

DOMINGO CARLOS SALAZAR-GARCÍA

## PATRÓN DE DIETA EN LA POBLACIÓN PÚNICA DE CAN MARINES (IBIZA) A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES (C Y N) EN COLÁGENO ÓSEO

*En este trabajo se presentan los resultados de análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno en colágeno óseo de humanos del yacimiento Púnico de Can Marines (ss. V-IV aC) de la isla de Ibiza (España). Hasta la fecha hay pocos estudios isotópicos para estas cronologías en el Mediterráneo, presentando este artículo nuevos datos isotópicos al respecto, en concreto de un yacimiento púnico rural del Mediterráneo Occidental. Los resultados muestran una dieta basada en recursos terrestres sin evidencia isotópica del consumo proteico ni de recursos marinos ni de recursos lacustre-fluviales, y además sugieren la presencia de alimentos  $C_4$  en la dieta.*

**Palabras clave:** púnicos, rural, isótopos estables, dieta.

**APPROACH TO THE HUMAN DIET OF THE PUNIC POPULATION OF CAN MARINES (IBIZA). C AND N STABLE ISOTOPE ANALYSIS ON BONE COLLAGEN**

*We report here on the results of carbon and nitrogen stable isotope analysis on bone collagen of humans from the Punic site of Can Marines (V-IVth BC) from the island of Ibiza (Spain). To date, there are few isotopic studies for this period from the Mediterranean. This article reports new isotopic data from a Western Mediterranean Punic rural settlement. The results show a terrestrial based diet with no isotopic evidence of marine or freshwater protein input, and suggest the presence of  $C_4$  resources in it.*

**Key words:** Punics, rural, stable isotopes, diet.

### ISÓTOPOS Y PALEODIETA

Los análisis isotópicos son un gran aliado de la arqueología a la hora de generar conocimiento sobre la dinámica socioeconómica del pasado. De entre los variados tipos de campos en los que contribuyen destaca el de la paleodieta. Con la información directa que son capaces de aportar a los estudios de dieta arrojan nueva luz sobre información que de otra forma sólo se puede obtener mediante el estudio de evidencias indirectas como los distintos restos materiales que aparecen en los yacimientos arqueológicos (restos vegetales, plantas, fauna, industria...) o las fuentes escritas que se hagan eco de ella. Además, este tipo de análisis permite individualizar o aislar fenómenos con escalas temporales y espaciales

muy precisas, y a partir de ahí evidenciar situaciones y dinámicas difíciles de conocer mediante otros medios (Holdaway y Wandsnider 2008). En cualquier caso, no se debe considerar a los métodos biogeoquímicos como válidos por sí solos, pues éstos tienen también sus inconvenientes intrínsecos. Es necesaria la combinación de los métodos bioquímicos con los métodos tradicionales y con las diversas ramas de la antropología física para poder tener una idea más clara y global sobre los grupos humanos del pasado y sus prácticas de subsistencia (Buikstra y Beck 2006).

Los análisis de isótopos estables sobre colágeno óseo son, de entre los estudios bioquímicos, los más usados habitualmente para la reconstrucción de la paleodieta. Estos análisis se llevan aplicando en investigación

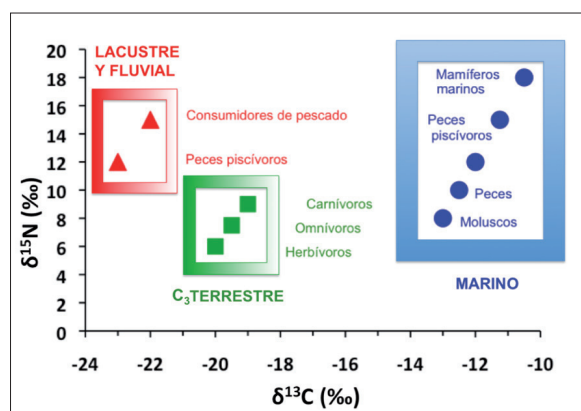


Fig. 1. Valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de ecosistemas típicos (lacustre-fluvial, marino y terrestre).

arqueológica europea desde la década de los ochenta, aunque hasta el s. XXI no han visto potencialmente incrementado su uso. El principio básico sobre el que se fundamentan estos estudios es el que dice que “somos lo que comemos”, es decir, que las unidades básicas que conforman todos los tejidos corporales de cualquier animal, incluyendo los huesos, provienen de los alimentos que éstos han ingerido a lo largo de su vida. Mediante el proceso de fraccionamiento isotópico que ocurre durante el proceso de incorporación de los átomos de la dieta al hueso, la proporción entre los distintos isótopos del carbono ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ) y del nitrógeno ( $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) cambia de una manera específica y conocida (Schoeller 1999). Y es por ello por lo que los valores obtenidos proporcionan información sobre la media del tipo de dieta que el individuo ha consumido durante sus últimos años de vida, de 2 a 15 años según la tasa de remodelación ósea del tipo de hueso del que se extraiga el colágeno en bruto (Hedges y Reynard 2007; Katzenberg 2008; Robins y New 1997). Que esto sea así presenta la ventaja de que se aporta una imagen cuantitativa realista del tipo de alimentación media ingerida por los individuos durante amplios espacios temporales, pero presenta por tanto el inconveniente de que su resolución no permite discernir variaciones estacionales o puntuales de la dieta. En cualquier caso, para una correcta interpretación de los datos hay que tener en cuenta que las medidas sobre colágeno óseo reflejan sobre todo la ingesta de proteínas, lo cual resulta en un enmascaramiento de la parte de la dieta procedente de diversos alimentos que poseen poca cantidad de proteínas, como por ejemplo en el caso de la mayoría de vegetales (Ambrose y Norr 1993; Jim *et al.* 2006).

Para ver gráficamente aquello de que *somos lo que comemos*, se representa en la fig. 1 un esquema teórico de los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  (en ‰, partes por mil) de distintos ecosistemas tipo. En ella se puede apreciar como el uso combinado de los valores  $\delta^{13}\text{C}$  (proporción isotópica entre  $^{13}\text{C}$  y  $^{12}\text{C}$  de la muestra en relación a la proporción de éstos en el carbono fósil marino) y  $\delta^{15}\text{N}$  (proporción isotópica entre  $^{15}\text{N}$  y  $^{14}\text{N}$  de la muestra en relación a la proporción de éstos en el nitrógeno atmosférico) aporta información sobre el origen terrestre o acuático (marino o lacustre-fluvial) de los principales recursos alimentarios proteicos (Chisholm *et al.* 1982; De Niro 1978, 1981; Richards y Van Klinken 1997). Por su cuenta, los isótopos estables del carbono son capaces además de discriminar la presencia de plantas con rutas fotosintéticas diferentes en la dieta (plantas  $\text{C}_3$  y plantas  $\text{C}_4$ ), ya que los rangos de sus valores  $\delta^{13}\text{C}$  no se solapan entre ellas (Deines 1980). Las plantas  $\text{C}_3$  son aquellas adaptadas a regiones templadas y frías, como el trigo, que poseen valores  $\delta^{13}\text{C}$  de en torno a -26 ‰. Las plantas  $\text{C}_4$  son las mejor adaptadas a regiones tropicales, áridas o semiáridas y tienen valores  $\delta^{13}\text{C}$  de en torno a -12,5 ‰ (ejemplos de este tipo de plantas serían el mijo, la caña de azúcar, el maíz o el sorgo). Además, los isótopos estables del nitrógeno, que experimentan un incremento de entre 3 y 5 ‰ de  $\delta^{15}\text{N}$  por cada nivel trófico (Minagawa y Wada 1984), son capaces de situar a los humanos según su tipo de dieta en el puesto de la cadena trófica que les corresponda.

#### ESTUDIOS ISOTÓPICOS EN FACHADA MEDITERRÁNEA PENINSULAR Y BALEARES

Son ya varias las publicaciones existentes de estudios de isótopos estables del carbono y del nitrógeno realizados en restos arqueológicos de yacimientos del Mediterráneo occidental europeo, aunque aún en menor número que las realizadas en otras partes de Europa. En la fachada mediterránea de la península Ibérica, muchas de éstas versan sobre poblaciones prehistóricas tanto paleolíticas como mesolíticas y neolíticas (García-Guixé *et al.* 2006, 2010a; McClure *et al.* 2011; Salazar-García 2009, 2011), aunque también hay otras sobre poblaciones protohistóricas (Salazar-García *et al.* 2010) o históricas (Salazar-García *et al.* e. p.). En las Islas Baleares se han realizado también varios estudios en restos humanos y animales tanto de época prehistórica (García-Guixé *et al.* 2010b; Van Strydonck *et al.* 2002, 2005) como de momentos históricos posteriores (Fuller *et al.* 2010; García-Guixé *et al.* 2004; Márquez-Grant *et al.* 2003).

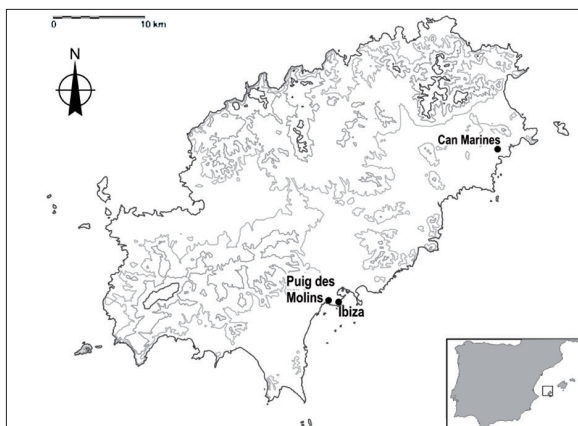


Fig. 2. Localización de Can Marines en un mapa de la isla de Ibiza.

En este estudio se presentan los resultados preliminares del yacimiento púnico rural de Can Marines, que se convierte en el primer yacimiento púnico rural publicado con un número importante de individuos analizados para isótopos estables del carbono y del nitrógeno con el objetivo de arrojar más luz sobre su tipo de alimentación. Los análisis realizados en este yacimiento forman parte de un proyecto de mayor envergadura que engloba yacimientos púnicos y romanos del sur, este y centro de la península Ibérica, de las Islas Baleares y de Cerdeña.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### EL YACIMIENTO DE CAN MARINES

La finca de Can Marines se encuentra en la parroquia de Sant Carles, término municipal de Santa Eulària des Riu, en la isla de Ibiza. Saliendo precisamente de la población de Sant Carles, por la carretera que se dirige a Cala Llenya, a 1,5 km se desvía un pequeño camino a la derecha que linda ya directamente con la finca. Se encuentra también a 1,5 km del mar en línea recta, y a unos 60 m sobre el nivel del mar (fig. 2).

En 1980, el propietario de la misma se encontraba haciendo labores agrícolas con su tractor cuando tropezó con algo que resultó ser un hipogeo. Desde el Museo Arqueológico de Ibiza se organizó la excavación del mismo, con la inestimable ayuda de la Sociedad Arqueológica de las Pitiusas, entidad muy activa en esos años. Ya en la década de los 90, se realizó una nueva intervención, en la que se pudo comprobar que no se trataba de un hipogeo aislado, puesto que aparecieron restos de otro.

Pese al interés del lugar, el yacimiento ha permanecido inédito hasta la fecha. Únicamente se ha publicado el estudio paleoantropológico (Gómez Bellard 1989: 145-166). Desde el punto de vista arqueológico, puede decirse que se trata sin duda de una de las numerosas necrópolis rurales que se conocen por toda la isla (Tarradell y Font 2000), y que corresponden a cementerios de las explotaciones agrícolas que a partir del s. V a.C. empezaron a extenderse por ella (Gómez Bellard 2008). El ajuar recuperado permite fechar la utilización del recinto funerario entre finales del s. V y la primera mitad del IV a.C.

### MUESTRAS SELECCIONADAS

Se han tomado muestras óseas tan sólo de humanos debido a que, desafortunadamente, no había restos de fauna disponibles para el muestreo. El informe antropológico realizado por el Dr. Gómez Bellard (Gómez Bellard 1989: 145-166) ha sido el referente utilizado para la selección de los elementos a muestrear, así como la fuente de los datos antropológicos utilizados en este estudio.

Las muestras óseas humanas tomadas pertenecen a 28 individuos adultos de distintas edades del yacimiento de Can Marines: 20 adultos masculinos y ocho adultos femeninos. Se han tomado muestras de cráneo en todos los casos, ya que éste es uno de los lugares donde mejor se conserva el colágeno óseo, y porque los cráneos eran la parte del esqueleto que aportaban el mayor número mínimo de individuos. Cada una de ellas pesaba aproximadamente unos 300 mg. Los detalles de las muestras se recogen en la figura 3.

### PREPARACIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

La preparación de las muestras y los análisis isotópicos del carbono y del nitrógeno en su colágeno óseo se ha realizado en los laboratorios del Department of Human Evolution del Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology (Leipzig, Alemania). El proceso de extracción del colágeno utilizado es un método Longin (Longin 1971) modificado con el añadido de un paso de ultrafiltración (Brown *et al.* 1988). Los análisis de los ratios de isótopos estables del carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) y del nitrógeno ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) se realizaron sobre el colágeno liofilizado previamente extraído. Las muestras se combustionaron y analizaron en un analizador de elementos Flash EA 2112 acoplado a un espectrómetro de masas Delta XP, ambos de la compañía Thermo-Finnigan.

S-EVA	Edad	Sexo	Hueso y Código
11250	45-50 años	Masculino	Cráneo 1
11251	30-35 años	Masculino	Cráneo 2
11252	45-50 años	Masculino	Cráneo 3
11253	30-35 años	Masculino	Cráneo 4
11254	30-35 años	Masculino	Cráneo 5
11255	25-30 años	Masculino	Cráneo 6
11256	25-30 años	Masculino	Cráneo 7
11257	45-50 años	Masculino	Cráneo 8
11258	25-30 años	Masculino	Cráneo 9
11259	35-40 años	Masculino	Cráneo 10
11260	25-30 años	Femenino	Cráneo 11
11261	50-55 años	Masculino	Cráneo 12
11262	20-25 años	Masculino	Cráneo 13
11263	25-30 años	Masculino	Cráneo 14
11264	<20 años	Femenino	Cráneo 15
11265	25-30 años	Femenino	Cráneo 16
11266	55-60 años	Femenino	Cráneo 17
11267	20-25 años	Femenino	Cráneo 18
11268	25-30 años	Masculino	Cráneo 19
11269	40-45 años	Femenino	Cráneo 20
11270	25-30 años	Femenino	Cráneo 21
11271	45-50 años	Masculino	Cráneo 22
11272	35-40 años	Masculino	Cráneo 23
11273	40-45 años	Masculino	Cráneo 24
11274	> 60 años	Femenino	Cráneo 25
11275	55-60 años	Masculino	Cráneo 26
11276	20-25 años	Masculino	Cráneo 27
11277	35-40 años	Masculino	Cráneo 28

Fig. 3. Detalles de las muestras de humanos tomadas (# S-EVA, edad, sexo, hueso y código).

Los resultados se presentan en partes por mil (‰) en términos de notación  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  relativos a los estándares de carbono fósil marino (vPDB-PeeDee Belamite-Vienna standard) y  $\text{N}_2$  atmosférico (AIR-ambient inhalable reservoir standard) respectivamente. Para comprobar la calidad bioquímica del colágeno se han utilizado los parámetros usuales: %C (>35), %N (>10) y C:N (2,9-3,6) (De Niro 1985; Van Klinken 1999). También se han analizado 11 estándares de valores conocidos (metionina, hígado bovino, IAEA) repartidos entre cada 21 muestras con el objetivo de calibrar y reforzar la validez de los datos. Se ha analizado cada una de las muestras por duplicado, situándose el error analítico ( $2\sigma$ ) tanto para  $\delta^{13}\text{C}$  como  $\delta^{15}\text{N}$  dentro de un intervalo < 0,2 ‰.

Se ha podido extraer colágeno de todas las muestras tomadas del yacimiento púnico de Can Marines. La

fracción de colágeno analizada para todas las muestras ha sido la fracción > 30 kDa, que es la fracción de mayor tamaño obtenible, lo que significa que las moléculas de colágeno analizadas presentan una preservación óptima para su análisis. Por ello no es de extrañar que el colágeno que se ha obtenido de todas ellas presenta buenos índices de preservación de colágeno (%C, %N, C:N), menos en el caso de S-EVA 11273 (tiene unas cantidades apropiadas de carbono y nitrógeno en su colágeno, pero presenta un ratio C:N superior al habitualmente aceptado, por lo que se descarta y no se va a utilizar en las interpretaciones posteriormente descritas). En la fig. 4 se pueden consultar todos estos detalles.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los humanos analizados tienen un valor  $\delta^{13}\text{C}$  medio de  $-18,50 \pm 0,35$  ‰ ( $1\sigma$ ), y sus valores mínimos y máximos de carbono son  $-19,35$  y  $-17,77$  ‰. Su valor medio  $\delta^{15}\text{N}$  es de  $11,52 \pm 0,40$  ‰ ( $1\sigma$ ), y sus valores mínimos y máximos de nitrógeno son  $10,14$  y  $12,09$  ‰. Estos valores de carbono definen una dieta basada en recursos terrestres  $\text{C}_3$  (ver fig. 1). Para poder saber en qué peldaño se sitúan los humanos respecto al resto de la cadena alimentaria, es necesario poder disponer de valores de animales contemporáneos a ellos. Aunque no había restos de fauna disponibles para ser analizados en Can Marines, se puede tomar como referencia trófica los ovicaprinos de cronología púnica de Ibiza ya publicados (Fuller *et al.* 2010). Aunque evidentemente sería mejor poder contar con fauna del propio yacimiento, en ocasiones cuando eso no es posible, si existen yacimientos geográficamente cercanos y con faunas de las mismas cronologías como en este caso, utilizar los valores de dicha fauna como trasfondo para análisis de isótopos de carbono y nitrógeno es aceptable (Mays 2010). Por tanto, y teniendo en cuenta que el valor medio  $\delta^{15}\text{N}$  de la fauna de estos otros yacimientos geográfica y cronológicamente cercanos es de  $5,6 \pm 2,1$  ‰ ( $1\sigma$ ), se puede decir que los valores de nitrógeno sitúan a los humanos en un nivel trófico claramente superior al de los herbívoros (5,9 ‰ más).

Los datos obtenidos en los humanos sugieren también que algún tipo de alimento diferente se consumía de forma regular en la dieta de algunos de los individuos, los que presentan valores de carbono más positivos que el resto, con valores cercanos e incluso superiores a

-18 ‰ (S-EVA 11269 es el individuo con un valor  $\delta^{13}\text{C}$  mayor, de -17,77 ‰). La causa de los valores de carbono superiores de algunos individuos podría deberse al consumo o bien de recursos  $\text{C}_4$  o bien de alimentos de origen marino. Si bien es cierto que los valores de los herbívoros analizados de otros yacimientos púnicos de la isla (Fuller *et al.* 2010) muestran un valor  $\delta^{13}\text{C}$  medio de  $-19,7 \pm 0,8$  ‰ ( $1 \sigma$ ) que descarta el consumo de plantas  $\text{C}_4$  entre ellos, no se puede saber de forma cierta que los humanos no estuviesen consumiendo puntualmente algún tipo de cereal  $\text{C}_4$  no compartido con el ganado, como por ejemplo el mijo, que no está documentado en el registro arqueológico de Ibiza, pero es frecuente en numerosos yacimientos mediterráneos de la península Ibérica desde al menos el s.VII a.C. (Buxó 1997: 98-102). Además, y aunque las características del entorno geográfico del yacimiento (se encuentra a tan sólo 1,5 km de la costa) y la tradición culinaria marina atribuida tradicionalmente a los púnicos hacen pensar que sea más probable que el ligero incremento en valores de carbono sea consecuencia del consumo de recursos de origen marino, la distribución casi horizontal de los valores a lo largo de la población apunta a que más que un consumo de proteínas de recursos marinos, se ha introducido en la dieta una cantidad de recursos terrestres  $\text{C}_4$  pequeña pero suficiente como para dejar su impronta isotópica (fig. 5). Si los valores positivos de carbono fuesen el resultado de un consumo de proteína marina, los valores de nitrógeno deberían de estar también más elevados entre los individuos con alto carbono, pero no es este aquí el caso.

En la fig. 5 aparecen representados los humanos de Can Marines por sexo, y se observa como la población se agrupa bastante bien en una tendencia horizontal ya mencionada. Además, los valores de los individuos de sexo masculino y los de sexo femenino son similares. De hecho, los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  medios masculinos ( $n=19$ ) son de -18,50 ‰ y 11,59 ‰ respectivamente, mientras que los valores medios  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  femeninos ( $n=8$ ) son de -18,50 ‰ y 11,36 ‰ respectivamente. En cualquier caso, hay que mencionar que los dos individuos con valores más altos de carbono son femeninos, y que los dos individuos con valores más bajos de carbono son masculinos.

La población analizada de este yacimiento cuenta, además de con individuos de ambos sexos, con individuos adultos de varias edades. Esto la hace potencialmente interesante para analizar los posibles cambios de dieta relacionados con la edad. En la fig. 6 se aprecian

S-EVA	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	% C	% N	C:N
11250	-18,35	11,62	43,02	15,34	3,27
11251	-18,41	11,36	43,94	14,93	3,43
11252	-18,63	11,51	43,25	14,94	3,38
11253	-19,35	11,4	45,45	15,57	3,41
11254	-18,21	11,76	45	15,73	3,34
11255	-18,58	11,66	42,07	14,67	3,35
11256	-19,12	11,43	41,45	14,12	3,43
11257	-18,24	11,97	42,69	14,28	3,49
11258	-18,69	10,95	43,58	15,3	3,32
11259	-18,43	11,41	42,57	15,35	3,24
11260	-18,94	10,94	32,33	10,81	3,49
11261	-18,3	11,38	43,91	14,94	3,43
11262	-18,12	11,57	37,79	12,89	3,42
11263	-18,47	11,44	41,33	14,22	3,39
11264	-19,06	10,14	32,12	11,36	3,3
11265	-18,68	12,01	36,53	12,83	3,32
11266	-18,44	11,53	36,64	13,01	3,29
11267	-18,78	11,3	36,86	12,95	3,32
11268	-18,49	11,48	37,67	13,55	3,24
11269	-17,77	11,66	36,78	12,78	3,36
11270	-17,98	11,54	37,3	12,99	3,35
11271	-18,42	11,76	37,28	12,6	3,45
11272	-18,42	11,5	39,37	14,35	3,2
11273	-18,42	13,04	37,39	11,75	3,71
11274	-18,38	11,79	38,18	13,14	3,39
11275	-18,59	12	37,28	13,04	3,34
11276	-18,61	12,09	38,87	13,98	3,24
11277	-18,11	11,92	39,06	13,52	3,37

Fig. 4. Valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , y parámetros de calidad del colágeno (%C, %N, C:N). [En itálica la muestra con indicadores de calidad del colágeno no aceptables].

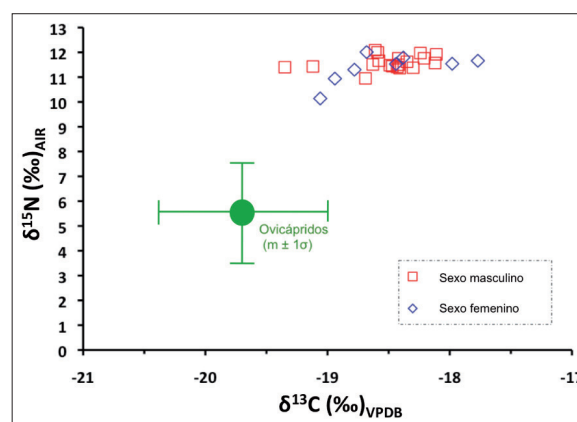


Fig. 5. Valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de humanos de Can Marines y animales púnicos de Ibiza (datos de animales de Fuller *et al.* 2010).



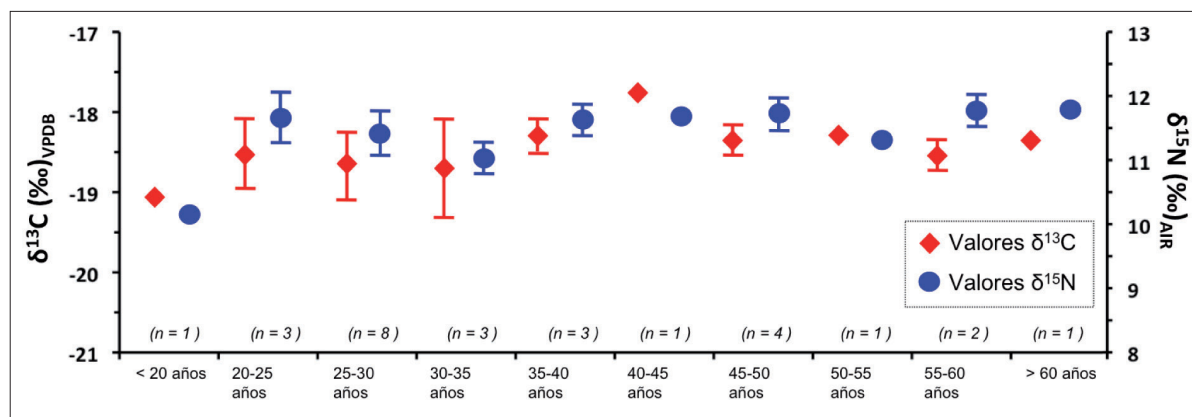


Fig. 6. Valores  $\delta^{13}\text{C}$  ( $1\sigma$ ) y  $\delta^{15}\text{N}$  ( $1\sigma$ ) de humanos de Can Marines por grupos de edad.

por edades los valores de carbono y de nitrógeno de la población de Can Marines. Se ve cómo, al tomar las medias  $\pm 1\sigma$  para cada grupo de edad, los valores son similares entre todos los grupos de edad. Por ello puede decirse a nivel isotópico que la alimentación de dicha población, al igual que entre sexos, es similar entre distintos grupos de edad adulta. A falta de individuos infantiles y adolescentes, y teniendo en cuenta que para algunos grupos de edad hay tan sólo un individuo, no se puede decir con seguridad nada más de dicha población. Y, aunque no sea significativo, decir que el único individuo menor de 20 años es el que presenta unos valores inferiores de carbono y nitrógeno.

En resumen, los resultados de los análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en colágeno óseo que aquí se presentan del yacimiento púnico rural de Can Marines ayudan a completar el panorama alimentario del mundo púnico en el Mediterráneo occidental. Ellos nos indican que, contra lo previsto, los recursos marinos apenas forman parte de la parte proteica de la dieta de esta población, que basa su dieta en recursos terrestres mayoritariamente  $\text{C}_3$  pero con un aporte significativo de recursos  $\text{C}_4$ , probablemente vegetales. Este patrón isotópico alimentario que muestra cómo poblaciones humanas insulares o de litoral basan su dieta en recursos terrestres no es tan extraño, y se da también en yacimientos mediterráneos de otras cronologías. Así pues, y a modo de ejemplo, se puede decir que ni en yacimientos neolíticos de la isla de Malta (Richards *et al.* 2001), ni en yacimientos litorales del Calcolítico valenciano (Salazar-García 2011), ni en parte de la Grecia Antigua peninsular (Vika 2011) o insular (Richards y Hedges 2008), y ni siquiera en otros yacimientos ibicencos púnicos analizados mediante isótopos (Fuller *et al.* 2010),

se reporta un consumo significativo de recursos marinos. De hecho, publicado hasta la fecha en el Mediterráneo occidental, tan sólo en los yacimientos mesolítico de El Collado (García-Guixé 2006) y neolítico de Costamar (Salazar-García 2009) se aprecia evidencia isotópica de consumo de recursos marinos, si bien ésta se da sólo en algunos de los individuos de la población y nunca suponiendo más de una cuarta parte del consumo proteico total.

En este sentido, si comparamos los datos de este estudio con los de los individuos del yacimiento ibicenco púnico urbano de Puig des Molins (Fuller *et al.* 2010), se aprecia como no existe diferencia en los valores isotópicos ni de carbono ni de nitrógeno entre el mundo rural y el urbano, sugiriéndose un aporte proteico terrestre similar en ambos casos. No obstante, como son pocos (sólo ocho) los individuos de Puig des Molins cuyos datos se han publicado hasta ahora, habrá que esperar a tener una muestra mayor para verdaderamente poder comparar el mundo rural con el urbano. De hecho, para ampliar el conocimiento sobre la dieta que se tiene no sólo del mundo púnico, sino de la Antigüedad en general en el Mediterráneo occidental, se están llevando a cabo otros estudios de análisis de isótopos estables del carbono, nitrógeno y azufre en yacimientos púnicos y romanos del País Valenciano, Castilla-La Mancha, Andalucía, Islas Baleares y Cerdeña.

DOMINGO CARLOS SALAZAR GARCÍA  
 Department of Human Evolution  
 Research Group on Plant Foods  
 in Hominid Dietary Ecology  
 Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology  
 domingo\_carlos@eva.mpg.de

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Museo Arqueológico de Ibiza y Formentera y en particular a su Director, el Dr. Jorge H. Fernández, el haber facilitado el acceso a los restos óseos para poder llevar a cabo este estudio. Se agradece también al Prof. Carlos Gómez Bellard (Universitat de València) el habernos sugerido esta investigación y proporcionado información sobre el yacimiento de Can Marines, y a Enrique Dfés Cusí la realización de la Fig.1. También queremos expresar nuestro agradecimiento a todo el Archaeological Sciences Group del MPI-EVA por la constante ayuda prestada en materia de biogeoquímica. Vaya nuestro especial agradecimiento al Prof. Richards y al Prof. Hublin por haber puesto a nuestra disposición las instalaciones del MPI-EVA para los análisis, con el apoyo económico que ello implica.

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de I+D "Cerdeña e Ibiza: dos modelos de ocupación rural en época púnica" del Ministerio de Ciencia e Innovación, ref. HAR2009-11116, que cuenta con fondos FEDER.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMBROSE, S.H.; 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, Prehistoric Human Bone, *Archaeology at the Molecular Level* (J.B. Lambert, G. Gruppe, eds.), Berlín, 1-37.
- BROWN, T.A.; NELSON, D.E.; VOGEL, J.S.; SOUTHON, J.R. (1988): Improved Collagen Extraction by Modified Longin Method, *Radiocarbon* 30, 171-177.
- BUIKSTRA, J.E.; BECK, L.E. (2006): *Bioarchaeology. The contextual analysis of human remains*, Elsevier Academic Press.
- BUXÓ, R. (1997): *Arqueología de las plantas*, Barcelona.
- CHISHOLM, B.S.; NELSON, D.E.; SCHWARCZ, H.P. (1982): Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets, *Science* 216, 1131-1132. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.216.4550.1131>
- DE NIRO, M. (1985): Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction, *Nature* 317, 806-809. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/317806a0>
- DE NIRO, M.; EPSTEIN, S. (1978): Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, 495-506. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)
- DE NIRO, M.; EPSTEIN, S. (1981): Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 49, 97-115.
- DEINES, P. (1980): *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry*, Amsterdam.
- FULLER, B.T.; MÁRQUEZ-GRANT, N.; RICHARDS, M.P. (2010): Investigation of Diachronic Dietary Patterns on the Islands of Ibiza and Formentera, Spain: Evidence from Carbon and Nitrogen Stable Isotope Ratio Analysis, *American Journal of Physical Anthropology* 143, 512-522. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.21334>
- GARCÍA-GUIXÉ, E.; MARTÍNEZ-MORENO, J.; MORA, R.; NÚÑEZ, M.; RICHARDS, M.P. (2010a): Stable isotope analysis of human and animal remains from the Late Upper Palaeolithic site of Balma Guilanyà, southeastern Pre-Pyrenees, Spain, *Journal of Archaeological Science* 36, 1018-1026.
- GARCÍA-GUIXÉ, E.; SUBIRÀ, M.E.; MARLASCA, R.; RICHARDS, M.P. (2010b):  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in ancient and recent fish bones from the Mediterranean Sea, *Journal of Nordic Archaeological Science* 17, 83-92.
- GARCÍA-GUIXÉ, E.; SUBIRÀ, M.E.; RICHARDS, M.P. (2004): Régime et société d'après l'analyse des isotopes stables: l'exemple de la population de <<Can Reinés>> (Mallorca, Espagne, 600 ap. J.C.), *Anthropos* 7, 171-176.
- GARCÍA-GUIXÉ, E.; SUBIRÀ, M.E.; RICHARDS, M.P. (2006): Paleodiets of humans and fauna from the Spanish Mesolithic site of El Collado, *Current Anthropology* 47, 549-556. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/504170>
- GÓMEZ BELLARD, C. (2008): Ibiza: the Making of New Landscapes, *Rural Landscapes of the Punic World* (P. Van Dommelen, C. Gómez Bellard, eds.), Londres, 44-75.
- GÓMEZ BELLARD, F. (1989): *Antropología médica en Ibiza*, Madrid.
- HEDGES, R.E.M.; REYNARD, L.M. (2007): Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology, *Journal of Archaeological Science* 34, 1240-1251. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- HOLDAWAY, S.; WANDSNIDER, L. (2008): *Time in Archaeology. Time Perspectivism Revisited*, The University of Utah Press.
- JIM, S.; JONES, V.; AMBROSE, S.H.; EVERSLED, R.P. (2006): Quantifying dietary macronutrient sources of carbon for bone collagen biosynthesis using natural abundance stable carbon isotope analysis, *British Journal of Nutrition* 95, 1055-1062. DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/BJN20051685>
- KATZENBERG, M.A. (2008): Stable Isotope Analysis: A tool for studying past diet, demography, and life history, *Biological Anthropology of the Human Skeleton* (M. Katzenberg, dir.), Nueva York, 413-441.
- LONGIN, R. (1971): New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating, *Nature* 230, 241-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/230241a0>
- MÁRQUEZ-GRANT, N.; FULLER, B.T.; RICHARDS, M.P. (2003): Análisis de patrones de dieta en restos humanos de la isla de Ibiza a partir del contenido de los isótopos estables de carbono, nitrógeno y azufre, *Antropología y Biodiversidad* (M.P. Aluja, A. Malgosa, R. Nogués, eds.), Barcelona, 352-356.

- MAYS, S. (2010): *The Archaeology of Human Bones*, Routledge.
- MCCLURE, S.; GARCÍA-PUCHOL, O.; ROCA, C.; CULLETON, B.; KENNETT, D. (2011): Osteological and paleodietary investigation of burials from Cova la Pastora, Alicante, Spain, *Journal of Archaeological Science* 38, 420-428.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.023>
- MINAGAWA, M.; WADA, E. (1984): Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: Further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 1135-1140.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90204-7](http://dx.doi.org/10.1016/0016-7037(84)90204-7)
- RICHARDS, M.P.; HEDGES, R.E.M. (2008): Stable isotope evidence of past human diet at the sites of the Neolithic cave of Gerani; the Late Minoan III cemetery of Armenoi; grave circles A and B at the palace site of Mycenae; and Late Helladic chamber tombs, *Archaeology meets Science* (Y. Tzedakis, H. Martlew, M.K. Jones, eds.), Oxford, 220-230.
- RICHARDS, M.P.; HEDGES, R.E.M.; WALTON, I.; STODDART, S.; MALONE, C. (2001): Neolithic Diet at the Brochtorff Circle, Malta, *European Journal of Archaeology* 4, 253-262.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/146195710100400206>
- RICHARDS, M.P.; VAN KLINKEN, G.J. (1997): A survey of European human bone stable carbon and nitrogen isotope values, *Archaeological Sciences* (A. Sinclair, E. Slater, J. Gowlett, eds.), Oxford, 363-368.
- ROBINS, S.P.; NEW, S.A. (1997): Markers of bone turnover in relation to bone health, *Proceedings of the Nutrition Society* 56, 903-914.
- SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2011): Aproximación a la dieta de la población neolítica de La Vital a través del análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno sobre restos óseos, *La Vital (Gandia, Valencia). Vida y muerte en la desembocadura del Serpis durante el III y el I milenio a.C.* (G. Pérez Jordá, J. Bernabeu, Y. Carrión Marco, O. García Puchol, LL. Molina, M. Gómez Puche, eds.), Valencia, 139-144.
- SALAZAR-GARCÍA, D.C. (2009): Estudio de la dieta en la población neolítica de Costamar. Resultados preliminares de análisis de isótopos estables de C y N, *Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón). Evolución del paisaje antrópico desde la prehistoria hasta el medioevo* (E. Flors, coord.), Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques 8, 411-420.
- SALAZAR-GARCÍA, D.C.; LÓPEZ-MENCHERO, V.M.; DE LUGO, L.B.; ÁLVAREZ, H.J.; BENITO, M. (en prensa): Estudio antropológico diacrónico de la dieta de los pobladores antiguos de Terrinches (Ciudad Real) a partir del análisis de isótopos estables sobre restos óseos humanos, *Revista Española de Antropología Física*.
- SALAZAR-GARCÍA, D.C.; VIVES-FERRÁNDIZ, J.; FULLER, B.T.; RICHARDS, M.P. (2010): Alimentación de la población del Castellet de Bernabé (ss. V-III a.C.) mediante el uso de ratios de isótopos estables de C y N, *De la cuina a la taula. IV Reunió d'Economia en el I mil·lenni a.C.* (C. Mata, G. Pérez Jordá, J. Vives, eds.), SAGVNTVM-PLAV Extra 9, 313-322.
- SCHOELLER, D.A. (1999): Isotope Fractionation: Why Aren't We What We Eat?, *Journal of Archaeological Science* 26, 667-673.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jasc.1998.0391>
- TARRADELL, M.; FONT, M. (2000): *Necrópolis rurales púnicas en Ibiza*, Ibiza.
- VAN KLINKEN, G.J. (1999): Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements, *Journal of Archaeological Science* 26, 687-695.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jasc.1998.0385>
- VAN STRYDONCK, M.; BOUDIN, M.; ERVYNCK, A. (2002): Stable isotopes ( $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$ ) and diet: animal and human bone collagen from prehistoric sites in Mallorca, Menorca and Formentera (Balearic Islands, Spain), *World Islands in Prehistory. V Deià International Conference of Prehistory* (W.H. Waldren, J. Ensenyat, eds.), Oxford, 189-197.
- VAN STRYDONCK, M.; BOUDIN, M.; ERVYNCK, A.; ORVAY, J.; BORMS, H. (2005): Spatial and temporal variation of dietary habits during the prehistory of the Balearic Islands as reflected by  $^{14}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  analyses on human and animal bones, *Mayurqa* 30, 523-541.
- VIKA, E. (2011): Diachronic dietary reconstructions in ancient Thebes, Greece: results from stable isotope analyses, *Journal of Archaeological Science* 38, 1157-1163.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.019>