

Alessia LARINI^a, Gianni GALLELLO^{b,c} y Agustín PASTOR^d

Clasificación por análisis mineral de cremaciones: la necrópolis ibérica de Las Peñas (Zarra, Valencia)

RESUMEN: El objetivo de este estudio es el análisis de las cremaciones ibéricas (ss. V-IV a.C.) descubiertas en la necrópolis de Las Peñas (Zarra, Valencia), con la finalidad de interpretar los procesos postdeposicionales y tener una interpretación correcta de aspectos patológicos y de paleodieta. Además, ha sido posible definir una estrategia para distinguir el impacto térmico en los huesos arqueológicos y clasificarlos como incinerados o carbonizados, y reconstruir los hábitos alimentarios teniendo en cuenta los factores diagenéticos. La espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) se ha empleado para la determinación de elementos mayoritarios, elementos traza y de tierras raras (REE). Los contenidos de las REE han sido homogéneos tanto para los carbonizados como para los quemados, y los perfiles de paleodieta aplicados han mostrado que las diferencias están relacionadas con el impacto térmico óseo sufrido y no con la dieta individual.

PALABRAS CLAVE: cremaciones ibéricas, elementos traza, tierras raras, diagénesis, dieta.

Classification of cremations by mineral analysis: The Iberian necropolis of Las Peñas (Zarra, Valencia)

ABSTRACT: The aim of this study was to analyse skeletal remains of ancient Iberians (V-IV BC) discovered in the Necropolis of Las Peñas (Zarra, Valencia) in 1983 to reconstruct taphonomic factors and have a correct interpretation about paleodiet aspects and pathologies. Moreover, it was possible to define a strategy for distinguish the thermal impact in archaeological bones and classify them as cremated or carbonized, and reconstruct dietary habits taking into account diagenetic factors. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) was employed for the determination of major elements, trace elements and rare earth elements (REE). REE contents were homogeneous for both carbonized and for cremated bones. Paleodiet profiles showed that differences between individuals of the same population were related to the thermal impact suffered by the bones and therefore not related to the diet.

KEYWORDS: Iberian cremations, trace elements, rare earth elements, diagenesis, diet.

a Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa, Italia.

alelarini86@gmail.com

b Departament de Prehistòria, Arqueologia i Història Antiga, Universitat de València.

gianni.gallello@uv.es

c Department of Archaeology, University of York, UK.

gianni.gallello@york.ac.uk

d Departament de Química Analítica, Universitat de València.

agustin.pastor@uv.es

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han empleado los análisis químicos de restos óseos para arrojar luz sobre procesos tafonómicos, patologías, hábitos alimenticios de poblaciones antiguas, etc., si bien estos mismos análisis químicos pueden proporcionar información útil sobre el grado de incineración y carbonización de huesos arqueológicos quemados y sobre los cambios morfológicos y macroscópicos ocurridos durante las prácticas crematorias (Gallello, 2014). Algunos autores consideran que la composición química post-mortem de los oligoelementos en huesos minerales podría ser útil para reconocer los ambientes deposicionales (ibíd.). En este sentido, se han desarrollado recientemente soluciones metodológicas basadas en el contenido de tierras raras (REE) para evaluar procesos diagenéticos que pueden afectar a los huesos post-mortem (Gallello et al., 2013, 2014). Gallello et al. (2013) en sus estudios de la necrópolis ibérica del Corral de Saus (Moixent, Valencia) desarrollaron un método de clasificación de huesos quemados empleando los perfiles elementales de los mismos. En este caso las tierras raras se mostraron útiles para identificar los efectos de los sedimentos en las superficies de los huesos incinerados y carbonizados, sugiriendo que solamente las partes internas de los huesos eran adecuadas para unos estudios de paleodieta y que elementos traza marcadores de dieta como Zn y Sr se veían igualmente afectados por la alteración térmica. En un trabajo publicado posteriormente (Gallello et al., 2014) de un conjunto de restos óseos de la Calle de la Virgen de la Misericordia (Moixent, Valencia), los mismos autores lograron emplear las tierras raras para identificar diferentes tipos de huesos corticales y esponjosos más deteriorados por el efecto de los procesos postdeposicionales.

En el estudio que aquí se presenta, el objetivo general fue analizar cremaciones para reconstruir los factores tafonómicos y lograr una interpretación correcta sobre los aspectos de paleodieta. Las muestras seleccionadas para el estudio provienen de la necrópolis ibérica de Las Peñas, descubierta en 1983 (Martínez García, 1989) y localizada en una zona del interior de la Comunidad Valenciana (Zarra, Valencia). El ritual funerario ibérico observado consistía en quemar el cuerpo en una pira funeraria y en depositar los huesos quemados y las cenizas en una urna de piedra o cerámica cerrada y enterrada. Esta necrópolis fue utilizada en un período que va desde finales del siglo V a.C. hasta mediados del IV a.C.

Se ha desarrollado un método para la determinación de los elementos mayoritarios, traza y tierras raras en las cremaciones ibéricas empleando ICP-OES (espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente). Las muestras de la parte interna de los huesos se clasificaron como “carbonizadas” para huesos quemados en atmósfera reductora (color negro), como “incineradas” para huesos quemados en atmósfera oxidante (color blanco), y como “desconocidas” para huesos de combustión no identificable, con apariencia gris, gris/negro, gris/blanco, blanco/negro y rojizo.

Los datos obtenidos se han comparado con los ya publicados por Gallello et al. (2013) de la necrópolis de Corral de Saus, descubierta en 1972 (Izquierdo Peraile, 2000), para apreciar mejor cualquier similitud o diferencia entre las dos poblaciones. Finalmente, se han aplicado parámetros de paleodieta para observar si el impacto térmico de los huesos puede sesgar las interpretaciones de la dieta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras seleccionadas para este estudio provienen, como se ha dicho, de la necrópolis de Las Peñas (Martínez García, 1989), localizada en el interior de la provincia de Valencia, cerca del Valle de Ayora (fig. 1). Las muestras están descritas en la tabla 1.

Esta necrópolis, descubierta en 1983, fue excavada por J.M. Martínez García en dos campañas anuales (1983-1984), y las tumbas descubiertas se dividieron en cuatro tipos: túmulos con forma irregular, túmulos con forma rectangular, enterramientos con forma cuadrangular y una gran cubierta de piedra destruida en su parte norte. Las tumbas que contenían las cremaciones y los huesos analizados están datadas entre finales del siglo V a.C. y la mitad del IV a.C. Las cremaciones fueron depositadas en urnas que contenían



Fig. 1. Localización de la Necrópolis de Las Peñas (Google Maps).

los restos de un solo individuo y armas. Cuando fue factible, los huesos de cada individuo se muestrearon y se clasificaron, como también se ha apuntado, en “carbonizados” (quemados en atmósfera reductora; color negro), “incinerados” (atmósfera oxidante; color blanco) y “desconocidos” (combustión no identificable; aspecto gris, negro grisáceo, blanco grisáceo, negro blanco y rojizo) (tabla 1). Se analizaron también muestras de la capa ósea externa para detectar diferencias elementales entre la parte interna y la externa de los huesos, inducidas por factores diagenéticos (datos no presentados en este trabajo).

Tabla 1. Descripción de los huesos quemados de Las Peñas. Huesos incinerados (inc.), huesos carbonizados (carb.), desconocidos (des.).

Muestra	Impacto térmico	Color	Muestra	Impacto térmico	Color
M47	inc.	blanco	M87	carb.	negro
M57	inc.	blanco	M1	des.	rojizo
M71	inc.	blanco	M4	des.	gris
M86	inc.	blanco	M7	des.	gris
M10	carb.	negro	M12	des.	gris
M15	carb.	negro	M23	des.	gris
M29	carb.	negro	M25	des.	gris
M31	carb.	negro	M27	des.	gris
M34	carb.	negro	M39	des.	gris
M36	carb.	negro	M42	des.	negro/gris
M46	carb.	negro	M50	des.	blanco/negro
M48	carb.	negro	M53	des.	gris
M62	carb.	negro	M56	des.	gris/blanco
M67	carb.	negro	M60	des.	gris/negro
M68	carb.	negro	M61	des.	gris/rojizo
M73	carb.	negro	M80	des.	gris/blanco
M81	carb.	negro	M85	des.	negro/gris

2.1. Análisis químico de muestras óseas

Las muestras fueron tomadas de fragmentos de huesos largos y planos quemados (huesos corticales) de distintas urnas. El muestreo se llevó a cabo teniendo en cuenta el diferente grado de alteración térmica de los fragmentos en cada urna. Los huesos y los suelos mezclados con carbones y cenizas se tomaron con una espátula, siempre limpiándola antes de tomar una nueva muestra, y se almacenaron en tubos de ensayo. Las muestras se secaron en una estufa, se incineraron y se homogeneizaron con un mortero de ágata. Hemos desarrollado un método de digestión y un rango de diluciones a partir de la disolución digerida para proporcionar resultados reproducibles y comparables, compatibles con la sensibilidad del método analítico, siguiendo el método de preparación desarrollado por Gallelo (2014). Los elementos y REE se midieron usando un ICP-OES de Perkin Elmer 5300 DV (Norwalk, CT, EE.UU.). El error estándar de las lecturas durante el análisis varió de 0% a 2% para los elementos principales, de 1% a 3% para elementos traza y de 3% a 9% para REE. Bone Ash Nist 1400 (hueso incinerado) y GBW07408 (suelo) se utilizaron como materiales de referencia estándar para evaluar el método analítico. Se utilizó el renio (Re) como patrón interno.

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación de la composición elemental de muestras óseas empleando ICP-OES

Se analizaron veintiséis elementos, incluyendo elementos mayoritarios, traza y REE cuyas longitudes de onda de emisión analítica, límites de detección elemental y R^2 se enumeran en la tabla 2. Para permitir comparaciones entre estándares y muestras, las unidades de medida son $\mu\text{g/g}$, excepto el calcio que se expresa en mg/g .

Tabla 2. Las Peñas. Longitudes de onda de emisión. Límites de detección (LD) y coeficiente de regresión R^2 de 26 elementos. Todos los valores en la columna LD se expresan en $\mu\text{g/g}$, excepto para Ca (mg/g).

Elementos	Longitud de onda	LD	R^2	Elementos	Longitud de onda	LD	R^2
Ca	317.933	1.6	0.9996	Sm	359.26	0.2	0.9994
Sr	421.552	4	0.9995	Eu	382.967	0.003	0.9996
Mg	285.213	0.4	0.9999	Gd	342.247	0.004	0.9995
Zn	206.2	0.4	0.9998	Tb	350.917	0.03	0.9997
Cu	327.393	0.11	0.9999	Dy	353.17	0.02	0.9995
Ba	233.527	0.08	0.9999	Ho	345.6	0.008	0.9997
V	290.88	0.07	0.9999	Er	337.271	0.11	0.9995
Mn	257.61	0.14	0.9997	Tm	346.22	0.04	0.9997
Cd	228.802	0.05	0.9998	Yb	328.937	0.003	0.9999
Pb	220.353	0.6	0.9996	Lu	261.542	0.003	0.9996
La	408.672	0.04	0.9999	Sc	361.383	0.002	0.9999
Ce	413.764	0.03	0.9995	Y	371.029	0.006	0.9999
Pr	390.844	0.4	0.9995	Re ^(a)	297.248		
Nd	406.109	0.2	0.9998				

(a) Patrón interno.

Las 34 muestras analizadas de Las Peñas se dividieron en tres grupos: catorce huesos carbonizados, cuatro huesos incinerados y dieciséis huesos de condiciones térmicas no asignadas. Las concentraciones de los elementos obtenidas con sus desviaciones estándar y el número de muestras analizadas se pueden observar en la tabla 3, donde se aprecia una clara diferencia entre la composición mineral de huesos incinerados, huesos carbonizados y huesos desconocidos de condiciones térmicas no asignadas. Los valores de los huesos carbonizados, incinerados y desconocidos para el Ca son muy similares entre las tres clases, mientras que los valores para el Sr, Mg, Zn, Cu, Ba, V, Mn, Pb son más bajos en los incinerados que en los carbonizados. Además, los huesos de la clase de condiciones térmicas no asignadas presentan valores de desviación estándar más altos en Mg, Zn, Cu, Ba, mientras que para el Mn es muy similar al grupo de los carbonizados. Pb es más alto en el grupo de los carbonizados, y en el grupo de los incinerados es inferior al límite de detección. Los contenidos de REE son muy similares en los huesos carbonizados e incinerados. Los valores de Ho son más altos en los carbonizados y desconocidos, y Ce, Gd se han detectado solo en los desconocidos. Los valores de Ca, Sr, Mg, Cu, Ba, V e Y son más altos en los huesos carbonizados que en los incinerados y desconocidos, mientras que los contenidos de REE son muy similares en todas las clases.

Tabla 3. Las Peñas. Concentración media de los elementos mayoritarios, traza, REE y su desviación estándar (desv. est.). Valores expresados en $\mu\text{g/g}$, excepto Ca en mg/g . <LD = por debajo del límite de detección.

Elementos	14 huesos carbonizados		4 huesos incinerados		16 huesos de condiciones térmicas no asignadas	
	conc. media	desv. est.	conc. media	desv. est.	conc. media	desv. est.
Ca	359	16	360	120	367	170
Sr	555	250	291	132	479	151
Mg	1913	428	1393	229	2083	906
Zn	101	39	66	34	108	46
Cu	13	9	4	7	133	352
Ba	372	283	123	112	301	218
V	12	5	6	7	11	5
Mn	23	27	4	2	23	23
Cd	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Pb	2.5	1.2	<LD	–	14	21
La	0.07	0.1	0.7	0.06	0.97	0.5
Ce	<LD	–	<LD	–	0.6	1.4
Pr	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Nd	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Sm	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Eu	0.06	0.01	0.07	0.004	0.07	0.02
Gd	<LD	–	<LD	–	0.29	0.2
Tb	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Dy	0.13	0.07	0.08	0.01	0.13	0.08
Ho	0.12	0.09	0.2	0.03	0.11	0.3
Er	5	7	2	1	15	20
Tm	<LD	–	<LD	–	<LD	–
Yb	0.08	0.01	0.06	0.02	0.09	0.02
Lu	<LD	–	0.01	0.03	0.03	0.05
Sc	0.01	0.07	<LD	–	0.50	0.3
Y	0.2	0.11	<LD	–	0.3	0.2

La tabla 4 muestra los resultados de los individuos de la necrópolis de Las Peñas y la necrópolis de Corral de Saus. Se puede observar que Ca, Sr, Mg, Zn, Cu, V, Mn, Cd son similares en el grupo de los incinerados; valores más altos de Ba están presentes en los huesos de Las Peñas, mientras que el Pb presenta valores más elevados en los huesos de Corral de Saus. Los contenidos globales de REE son similares entre Las Peñas y Corral de Saus, sin embargo, se pueden encontrar concentraciones más altas de Ho e Yb en Corral de Saus, y Er es más alto en Las Peñas. Los contenidos de Ca, Mn, Cd son similares en los huesos pertenecientes tanto a Las Peñas como a Corral de Saus, este último contiene también mayores concentraciones de Sr, Mg, Cu, mientras que en Las Peñas podemos observar mayores valores de Zn y Ba. El Pb solo se puede encontrar en Corral de Saus.

Para los materiales de referencia estándar NIST 1400 (ceniza de hueso y suelo), los valores obtenidos son estadísticamente similares a los valores certificados.

Tabla 4. Comparación entre los huesos de Corral de Saus (Gallello et al., 2013) y Las Peñas. Valores expresados en $\mu\text{g/g}$ y su correspondiente desviación estándar. Ca expresado en mg/g ; <LD = por debajo del límite de detección.

Elementos	Huesos incinerados		Huesos carbonizados	
	Corral de Saus	Las Peñas	Corral de Saus	Las Peñas
Ca	389±36	360±12	364±24	359±16
Sr	296±122	291±132	716±160	555±250
Mg	1603±420	1393±229	2563±687	1913±428
Zn	64±50	66±34	79±27	101±39
Cu	4±6	4±7	42±26	13±9
Ba	26±18	123±112	163±78	372±283
V	3±4	6±7	27±14	12±5
Mn	7±10	4±2	21±18	23±27
Cd	<LD	<LD	<LD	<LD
Pb	6±9	<LD	19±34	2.5±1.2
La	1.2±0.4	0.7±0.06	1.2±0.5	0.07±0.1
Ce	2.2±1.8	<LD	2.2±1.8	<LD
Pr	<LD	<LD	<LD	<LD
Nd	<LD	<LD	<LD	<LD
Sm	<LD	<LD	<LD	<LD
Eu	0.030±0.006	0.07±0.004	<LOD	0.06±0.01
Gd	0.23±0.06	<LD	0.26±0.14	<LD
Tb	<LD	<LD	<LD	<LD
Dy	<LD	0.08±0.01	0.04±0.05	0.13±0.07
Ho	0.47±0.06	0.2±0.03	0.48±0.07	0.12±0.09
Er	1.3±1.2	2±1	3±3	5±7
Tm	<LD	<LD	<LD	<LD
Yb	0.07±0.01	0.06±0.02	0.14±0.04	0.08±0.01
Lu	<LD	<LD	<LD	<LD
Sc	<LD	<LD	0.05±0.07	<LD
Y	<LD	<LD	0.4±0.3	0.2±0.11

3.2. Condiciones térmicas de huesos y perfil de dieta

Las altas temperaturas producen diferentes colores en los huesos (Harbeck et al., 2011). Como se mencionó anteriormente, nuestro conjunto de muestras se ha dividido en “carbonizado” e “incinerado”. Los huesos carbonizados presentan una apariencia negra que corresponde a una calcinación en una atmósfera reductora (más allá de 300 °C), mientras que los huesos incinerados ofrecen una apariencia blanca debido a una atmósfera oxidante (más allá de los 800 °C). La misma situación se puede apreciar en la necrópolis de Corral de Saus (Gallelo et al., 2013). Un total de dieciséis muestras de huesos de condiciones térmicas no asignadas se han limpiado con un bisturí para observar su color después de la limpieza. Los colores eran diferentes: gris, rojizo, negro-gris, blanco-gris, blanco-negro.

Habitualmente, los elementos traza (Ca, Sr, Mg, Zn y Cu) se consideran marcadores en los estudios de paleodieta (Busetto et al., 2008; Burton et al., 1999; Corti et al., 2013; Fornaciari et al., 2001; Mallegni e Rubini, 1994; Sillen y Kavanagh, 1982; Velasco et al., 1996). Sin embargo, los cambios en la dieta dentro de la misma población pueden depender del tipo de muestra utilizada y, en este trabajo, se prueba la posibilidad de que las diferencias estén relacionadas con el hecho de que las muestras de hueso sean carbonizadas o incineradas. Teniendo en cuenta Zn y Sr, hemos adoptado valores de referencia sugeridos por algunos autores (Fornaciari et al., 2001; Mallegni y Rubini, 1994), en los que la relación $Zn / Ca > 0.5$ corresponde a una dieta rica en proteínas, mientras que la relación $Zn / Ca < 0.35$ significa una dieta pobre en proteínas. Los valores de referencia para la relación $\text{Log Sr} / \text{Ca}$ son los sugeridos por Burton et al. (1999), donde -4 es el valor que identifica a los animales carnívoros, mientras que -3 es para herbívoros. En la figura 2, la relación $\text{Log Sr} / \text{Ca}$ muestra que el grupo inc. y el grupo carb. pertenecientes a las necrópolis de Las Peñas y Corral de Saus se caracterizan por una dieta pobre en proteínas animales en el caso de los carbonizados y, al contrario, los incinerados indican una dieta mixta (entre -4 y -3, señalando un consumo de proteínas animales y vegetales). La figura 3 muestra la relación Zn / Ca para los grupos de huesos inc. y carb. de Las Peñas y Corral de Saus, y ambos comparten una dieta pobre en proteínas animales. Claramente, se puede apreciar que en la figura 2, las diferencias están relacionadas con el impacto térmico de los huesos (inc. y grupos carb.) y no con el hábito dietético de las poblaciones, mientras que en la figura 3, aunque habiendo diferencias entre inc. y carb., los resultados no influenciarían la interpretación de la dieta. En la

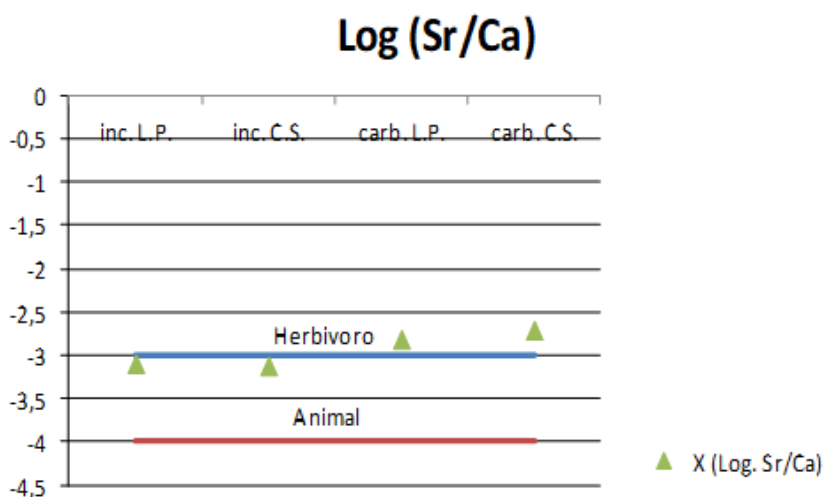


Fig. 2. Relación $\text{Log Sr} / \text{Ca}$ de los valores medios en las muestras de Las Peñas y Corral de Saus.

X ($\text{Log Sr} / \text{Ca}$) incluye los incinerados de Las Peñas (inc. L.P); los incinerados de Corral de Saus (inc. C.S.); los carbonizados de Las Peñas (carb. L.P); los carbonizados de Corral de Saus (carb.C.S.). Dieta a base de vegetales (Herbívoro); dieta proteica (Animal).

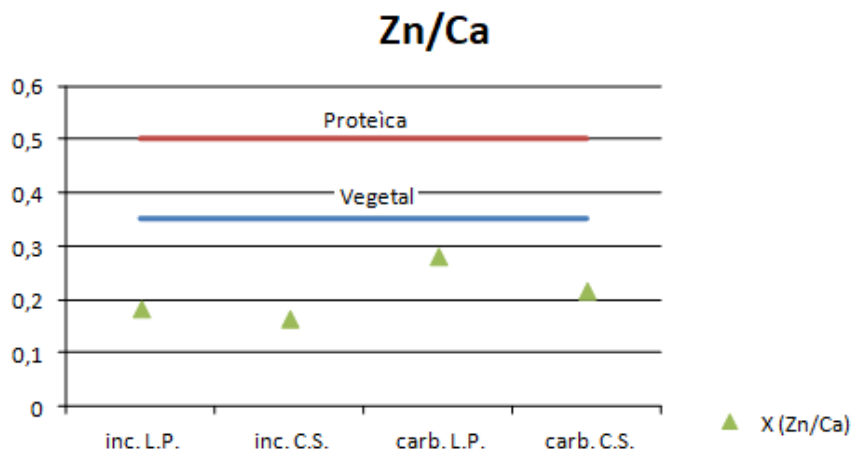


Fig. 3. Relación Zn/Ca de los valores medios en las muestras de Las Peñas y Corral de Saus. X (Zn/Ca) incluye los incinerados de Las Peñas (inc. L.P); los incinerados de Corral de Saus (inc. C.S.); los carbonizados de Las Peñas (carb. L.P); los carbonizados de Corral de Saus (carb. C.S.). Dieta rica en proteínas (Proteica); dieta pobre en proteínas (Vegetal).

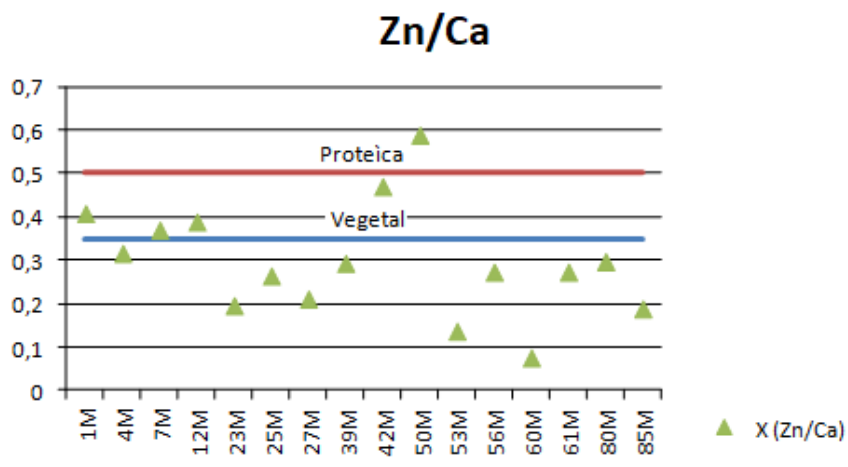


Fig. 4. Relación Zn/Ca de los valores del grupo de los desconocidos de Las Peñas (des.). X (Zn/Ca) incluye todas las muestras analizadas, clasificadas con un número asignado durante el análisis. Dieta rica en proteínas (Proteica); dieta pobre en proteínas (Vegetal).

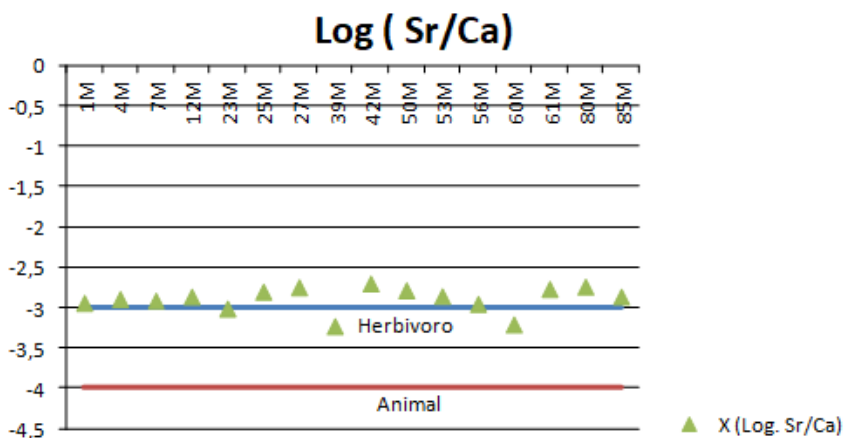


Fig. 5. Relación Log. Sr/Ca de los valores medios del grupo de los desconocidos de Las Peñas (des.). X (Log. Sr/Ca) incluye todas las muestras analizadas, clasificadas con un número asignado durante el análisis. Dieta vegetal (Herbivoro); dieta proteica (Animal).

figura 4, Zn / Ca se representa para el grupo des. (huesos de condiciones térmicas no asignadas); podemos observar que la mayor parte de las muestras se caracterizan por una dieta pobre en proteínas excepto para dos de ellas (42 M, 50 M) que revelan una dieta rica en proteínas. En la figura 5, la relación Log. Sr / Ca muestra que todas las muestras se caracterizan por una dieta basada en vegetales. Valores más altos de Log. Sr / Ca están relacionados con muestras que ofrecen un perfil químico más similar a las carbonizadas (25M, 27M, 42M, 50M, 61M, 80M), mientras que las muestras 39M y 60M, que comportan valores más bajos, se relacionan con una dieta mixta (entre -4 y -3, indicando un consumo de proteínas animales y vegetales), y son similares al grupo de los huesos incinerados. Resumiendo también en el caso de los huesos de condiciones térmicas no asignadas (figura 4 y figura 5), las diferencias se asocian principalmente al impacto térmico de los huesos incinerados y carbonizados, estos últimos con valores más altos en Zn / Ca y Log. Sr / Ca y no al tipo de dieta.

4. CONCLUSIONES

El análisis por ICP-OES demostró ser una técnica adecuada para la determinación de la composición elemental de las muestras. Los resultados obtenidos por el análisis del elemento traza mostraron una diferencia importante entre los huesos incinerados y los huesos carbonizados, sometidos a diferentes temperaturas durante los rituales de cremación. Los huesos incinerados presentan menores contenidos de Sr, Mg, Zn, Cu, Ba, V, Mn, Pb que los carbonizados. Los resultados obtenidos respaldan las conclusiones de trabajos anteriores que confirman que algunos elementos químicos (Sr, Mg, Cu, Ba, V) se pierden durante la incineración (Gallello et al., 2013) y Zn y Mg muestran un comportamiento no claro, mientras que Pb y Cd se reducen debido al punto de fusión y evaporación (Gallello et al., 2014).

El contenido de REE fue homogéneo en todos los grupos de muestras (carb. e inc.), lo que sugiere que estos elementos no están implicados en el proceso térmico y más bien revelan que los procesos tafonómicos y post-deposicionales están afectando a todos los huesos de la misma manera. Los perfiles de paleodieta de individuos de las necrópolis de Las Peñas y Corral de Saus se obtuvieron por relaciones Zn / Ca y Log Sr / Ca, que indican que los cambios en los valores dentro de la misma población ocurren cuando los huesos son incinerados o carbonizados. Los huesos de condiciones térmicas desconocida también mostraron diferencias, dependiendo de si su perfil químico era más similar al de los huesos incinerados o a los carbonizados, y no por el tipo de dieta. El Zn tiene un comportamiento menos claro debido a factores térmicos y diagenéticos, manteniendo valores más estables en el grupo carbonizado; Sr es más estable en el grupo incinerado que en el carbonizado, cuyo enriquecimiento en Sr puede deberse a factores diagenéticos. Finalmente si se considera que el Zn en los restos carbonizados indica una dieta a base especialmente vegetal y el Sr en los restos incinerados confirma este tipo de dieta mostrado también un aporte de proteínas animales, se puede concluir que la dieta entre los individuos estudiados de las necrópolis Ibéricas de Las Peñas y Corral de Saus era muy similar.

Estamos seguros de que ulteriores estudios serán útiles para confirmar los resultados obtenidos en este trabajo y para tener un mejor conocimiento acerca de los procesos postdeposicionales que afectan a la conservación de los huesos quemados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda de Helena Bonet del Museu de Prehistòria de València y de Consuelo Mata del Departament de Prehistòria, Arqueologia i Història Antiga de la Universitat de València, por proporcionar las muestras utilizadas en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGSLIEN, E.T.; BUSH, M. y BUSH, P.J. (2008): "Identification of cremains using X-ray diffraction spectroscopy and a comparison to trace element analysis". *Forensic Science International*, 175, p. 218-226.
- BURTON, J.; PRICE, T.D. y MIDDLETON, W.D. (1999): "Correlation of bone Ba/Ca and Sr/Ca due to biological purification of calcium". *Journal of Archaeological Science*, 26, p. 609-616.
- BUSETTO, M.; GIORDANI, L.; BRANDONE, A.; CATTANEO, C. y MAZZUCCHI, A. (2008): "Dietary investigation by trace element content in bones of ancient inhabitants of Northern Italy". *Journal of Radianalytical and Nuclear Chemistry*, 275, p. 355-363.
- CORTI, C.; RAMPAZZI, L.; RAVEDONI, C. y GIUSSANI, B. (2013): "On the use of trace elements in ancient necropolis studies: Overview and ICP-MS application to the case study of Valdarò site, Italy". *Microchemical Journal*, 110, p. 614-623.
- FORNACIARI, G.; CIRANNI R.; GAMBA S.; BUSONI C.A.; BENEDETTI, E.; MALLEGNI, F. y NELLI, S. (2001): *Santa Zita di Lucca: malattie, ambiente e società dallo studio di una mummia naturale del XIII sec.* Edizioni "All'insegna del Giglio", Firenze.
- GALLELLO, G. (2014): "Western Mediterranean Archaeology. Chemical element levels in archaeological materials as a methodological tool". *ProQuest Umi Dissertation Publishing*, Ann Arbor (USA), p. 13-18 y p. 36-39.
- GALLELLO, G.; KULIGOWSKI, J.; PASTOR, A.; DIEZ, A. y BERNABEU, J. (2013): "Biological mineral content in Iberian skeletal cremains for control of diagenetic factors employing multivariate statistic". *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 2477-2484.
- GALLELLO, G.; KULIGOWSKI, J.; PASTOR, A.; DIEZ, A. y BERNABEU, J. (2014): "Chemical element levels as a methodological tool in forensic science". *Journal of Forensic Research*, 6: 1000264, doi: 10.4172/2157-7145.1000264.
- GRUPE, G. y HUMMEL, S. (1991): "Trace element studies on experimentally cremated bone. Alteration of the chemical composition at high temperatures". *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 177-186.
- HARBECK, M.; SCHLEUDER, R.; SCHNEIDER, J.; WIECHMANN, I.; SCHMAHL, W.W. y GRUPE, G. (2011): "Research potential and limitation of trace analyses of cremated remains". *Forensic Science International*, 204, p. 191-200.
- HERRMANN, B. y GRUPE, G. (1988): "Trace element content in prehistoric cremated human remains". En G. Grupe y B. Herrmann (eds.): *Trace Elements in Environmental History*. Springer, Berlin, p. 91-101.
- IZQUIERDO PERAILE, I. (2000): *Monumentos funerarios Ibéricos: los pilares-estela*. Servicio de Investigación Prehistórica, Diputación de Valencia (serie de Trabajos Varios, 98), Valencia.
- KACZANOWSKI, K.; GLAB, H. y SZOSTEK, K. (1996): "Influence of crematory processes on trace element content in human teeth". *Variability and evolution*, 5, p. 95-100.
- MALLEGNI, F. y RUBINI, M. (1994): *Recupero dei materiali scheletrici umani in archeologia*. Ed. CISU, Roma.
- LAMBERT, J.B. (1985): "Bone diagenesis and dietary analysis". *Journal of the Human Evolution*, 14, p. 477-482.
- MARTÍNEZ GARCÍA, J.M. (1989): "La necrópolis ibérica de Las Peñas (Zarra, Valencia)". *Archivo de Prehistoria Levantina*, XIX, p. 7-33.
- PERSON, A.; BOCHERENS, H.; SALIÈGE, J.F.; PARIS, F.; ZEITOUN, V. y GÉRARD, M. (1995): "Early diagenetic evolution of bone phosphate: an X-Ray diffractometry analysis". *Journal of Archaeological Science*, 22 (2), p. 211-221.
- PRICE, T.D. y KAVANAGH, M. (1982): Bone composition and the reconstruction of diet: examples from the midwestern United States. *Midcontinental Journal of Archaeology*, 7, 63-79.
- REICHE, I.; FAVRE-QUATTROPANI, L.; CALLIGARO, T.S.J.; BOCHERENS, H.; CHARLET, L. y MENU, M. (1999): "Trace element composition of archaeological bones and post-mortem alteration in the burial environment". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 150, p. 656-662.
- REICHE, I.; FAVRE-QUATTROPANI, L.; VIGNAUD, C.; BOCHERENS, H.; CHARLET, L. y MENU, M. (2003): "A multi-analytical study of bone diagenesis: the Neolithic site of Bercy (Paris, France)". *Measurement Science and Technology*, 14, p. 1608-1619.
- RODRÍGUEZ, P.; BADIOLA, E.R.; CARRACEDO, J.C.; PAIS, F.J.; GUILLOU, H. y PÉREZ, F.J. (2002): "Necrópolis de la Cucaracha: únicos enterramientos con restos humanos asociados a una erupción prehistórica de la Palma". *Estudios geológicos*, 58, p. 55-69.
- RUNIA, L.T. (1987): *The Chemical Analysis of Prehistoric Bones. A Paleodietary and Ecoarchaeological Study of Bronze Age West Friesland*. BAR International Series, 363, Oxford.

- SCHULTZ, J.J.; WARREN, M.W. y KRIGBAUM, J.S. (2008): "Analysis of human cremains: gross and chemical methods". *The Analysis of Burned Human Remains*, 4, p. 75-94.
- SILLEN, A. y KANAVAGH, M. (1982): "Strontium and paleodietary research: a review". *Yearbook of Physical Anthropology*, 25, p. 67-90.
- SUBIRÀ, M.E. y MALGOSA, A. (1993): "The effect of cremation on the study of trace elements". *International Journal of Osteoarchaeology*, 3, p. 115-118.
- SUROVELL, T.A. y STINER, M.C. (2001): "Standardizing Infra-red measures of bone mineral crystallinity: an experimental approach". *Journal of Archaeological Science*, 28, p. 633-642.
- TRUEMAN, C.N.G.; BEHRENSMEYER, A.K.; TUROSS, N. y WEINER, S. (2004): "Mineralogical and compositional changes in bones exposed on soil surfaces in Amboseli National Park, Kenya: diagenetic mechanisms and the role of sediment pore fluids". *Journal of Archaeological Science*, 31, p. 721-739.
- TÜTKEN, T. y VENNEMANN, T. (2011): "Fossilbones and teeth: preservation or alteration of biogenic compositions?". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 310, p. 1-8.
- VELASCO, V.; ARNAY-DE-LA-ROSA, M.; GONZÁLEZ-REIMERS, E. y HERNÁNDEZ-TORRES, O. (1997): "Paleodietary analysis on the prehistoric population of El Hierro (Canary Islands)". *Biological Trace Element Research*, 59, p. 207-213.

