

Gianni GALLELLO*

**ASPECTOS DE PALEODIETA EN RESTOS ÓSEOS
DE ÉPOCA TARDOANTIGUA HALLADOS EN LA NECRÓPOLIS
DE LA BOATELLA EN VALENCIA
(CAMPAÑA 2006-2007)**

RESUMEN: Este artículo tiene como objetivo la presentación de los principales resultados del estudio de paleodieta efectuado a partir del análisis de elementos traza sobre restos óseos de 33 individuos de época tardoantigua, hallados en la necrópolis de La Boatella (Valencia) en el transcurso de la campaña de 2006-2007. El método utilizado es la espectrofotometría de absorción atómica (AAS). Esta investigación tiene en cuenta los factores diagenéticos, interviniendo con una metodología de control para una mejor lectura de los resultados. Los datos obtenidos ponen en evidencia los valores elevados de los elementos traza indicadores de una dieta de base vegetal y los valores inferiores reveladores de una dieta cárnica. Estos resultados se ponen en relación con las fuentes arqueológicas, escritas y análisis arqueométricos referidos a la producción y comercio de alimentos, así como con informaciones acerca de la dieta, en época tardoantigua en Valencia y su entorno.

PALABRAS CLAVE: paleodieta, elementos traza, diagénesis, Valencia/Boatella.

ABSTRACT: **Aspects of palaeodiet on skeletal remains belong to the Late Roman Period found at the necropolis of Boatella in Valencia (archaeological excavations 2006-2007).** The

* Master en Patrimonio Cultural por la Universitat de València. Curso 2007-2008. E-mail: gianga@alumni.uv.es

objective of this work is the studies of palaeodiet through trace elements analysis in skeletal remains of 33 individuals belong to the Late Roman Period, found at the necropolis of Boatella (Valencia) during the campaign of excavations (2006-2007). The method used to analyze the bone samples is the atomic absorption spectrometry (AAS). This research takes into account diagenetic factors applying a method of control for a better reading of the results. The data obtained show higher values of trace elements indicators of a vegetable diet and the lower values of trace elements indicators of a meat diet. These results are in line with the archaeological and written sources and archaeometric analysis where were found traces of productive and commercial activities, as well as general information about diet during the Late Roman Period in Valencia and its territory.

KEY WORDS: palaeodiet, trace elements, diagenesis, Valencia/Boatella.

INTRODUCCION¹

En los últimos tiempos, los estudios sobre paleodieta están cobrando una importancia creciente en el ámbito de la investigación arqueológica por permitir una aproximación a los hábitos alimenticios de poblaciones antiguas, que estaban determinados por un sistema relacionado con la disposición, obtención y distribución de los recursos naturales que se consideran apropiados como alimentos y que en conjunto forman la dieta (Nolasco, 1994). Este sistema incluye el medio ambiente, la organización social y política, y los patrones culturales e ideológicos que condicionan las creencias, preferencias, restricciones y uso de los alimentos (Palacio y Román, 1994). La reconstrucción de los patrones de alimentación de poblaciones antiguas en distintas épocas y lugares aporta elementos para analizar el poder adquisitivo de recursos y su estrecha vinculación con la estratificación social; también constituye un apoyo para entender el desarrollo agrícola, el grado de tecnificación, las redes de intercambio comercial y la dinámica poblacional. La dieta de sociedades pretéritas proporciona además datos para la evaluación de las condiciones individuales y colectivas de nutrición y salud, tema central en los estudios bioantropológicos y arqueológicos.

A partir de los años sesenta se empezaron a publicar los trabajos de los primeros investigadores que recurrieron a los análisis de paleodieta como una herramienta antropológica para la reconstrucción de la alimentación de las antiguas civilizaciones (Comar, Russell y Wasserman, 1957). Hacia finales de los años setenta surgió una corriente teórico-metodológica que ponía énfasis en la necesidad de profundizar en el conocimiento del

1. Este artículo es consecuencia de mi Trabajo Fin de Máster de Patrimonio Cultural de la Universitat de València, edición 2007-2008, titulado "Aspectos de paleodieta en Valencia". Obtuvo la calificación de Sobresaliente.

proceso diagenético, considerado como un fenómeno de consolidación y tal vez de transformación parcial que acarrea una compactación, cementación y puede que una recristalización parcial de los sedimentos presentes en el hueso enterrado, causando así una alteración o contaminación de los resultados en las muestras analizadas (Lambert, 1985). En la década de los ochenta y principio de los noventa surgió la polémica en torno a la validez de los resultados derivados de las experimentaciones pioneras, dando pie a que se diera un fuerte impulso a una línea de investigación para el control del proceso diagenético, que permitiera hacer interpretaciones objetivas relacionadas con patrones alimenticios (Sillen, 1989).

En consonancia con esta línea (Gallelo, 2008), planteamos el estudio del comportamiento diagenético para una correcta interpretación de la dieta, a través de los análisis realizados mediante espectrometría de absorción atómica (AAS) de 33 muestras de los individuos hallados durante la última campaña de excavaciones (2006-2007) en la necrópolis tardorromana de la Boatella en Valencia² (Soriano, 1996), emplazada al sur de la ciudad antigua (Ribera, 1996). Este cementerio tendría su origen a inicios del siglo II d.C. y continúa ejerciendo su función, al menos, hasta finales del siglo V - inicios del siglo VI d.C., con una notable variedad tipológica de tumbas, cuyo rito funerario mayoritario es la inhumación, siendo habituales los enterramientos en fosa con cubierta de *tegulae*. Es el sitio donde las intervenciones arqueológicas han recuperado un mayor número de individuos enterrados en comparación con otras necrópolis valencianas de época romana.

Como ya se ha indicado, el método de análisis utilizado para la realización de este trabajo ha sido la espectrometría de absorción atómica (AAS). Se trata de una técnica de investigación muy utilizada en paleodieta, ya que permite analizar un sólo elemento a la vez, tiene una alta sensibilidad para muchos elementos químicos, además es de fácil uso y sus costes son limitados. En esta investigación han sido analizados cinco elementos: Calcio (Ca), Estroncio (Sr), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Cobre (Cu). Las medidas tomadas para el control del proceso diagenético han tenido en cuenta, en primer lugar, la elección de una población humana numerosa (Subirà et al., 1991). La ventaja de esta aplicación es que nos puede indicar, analizando los valores de los elementos, la ausencia de un proceso diagenético diferencial en dicha población.

Otro procedimiento de control ha consistido en la recogida de muestras de tierra presente en los huesos de los individuos, así como en puntos alejados de las tumbas. Sucesivamente los resultados de los individuos han sido puestos en relación con los resultados de las muestras de tierra recogidas para poder así averiguar el grado de contaminación *post mortem* de los huesos.

2. Agradezco a la Directora Tina Herreros por la facilitación de los restos de su excavación.

Una ulterior medida de control ha sido la toma de dos muestras por individuo, con el fin de analizarlas en laboratorios diferentes y así comparar el grado de identidad de sus resultados, lo que será objeto de una próxima publicación.

Aunque no forma parte de la metodología de control diagenético, no hay que olvidar la aportación importante que supone la recogida de información bibliográfica, consulta de fuentes escritas antiguas, así como análisis osteológicos y arqueométricos.

La posibilidad de actuar de manera sistemática en el control de la diagénesis contribuye a poner en relación más datos y así profundizar sobre las causas y el comportamiento de la contaminación de los restos óseos, aumentando la fiabilidad de los resultados.

Sobre estas premisas, presentamos en este trabajo una propuesta metodológica basada en cinco puntos que, en el mejor de los casos, si se aplicaran todos, darían un elevado porcentaje de control de los procesos diagenéticos. Conviene aclarar que en el presente trabajo no se ha podido realizar la aplicación de todos los puntos que contempla la propuesta metodológica.

METODOLOGÍA

La espectrometría de absorción atómica (AAS) es una forma de espectrometría luminosa u óptica, porque se utilizan espectros para identificar y cuantificar elementos específicos. Estos espectros, compuestos por longitud de onda por cada elemento específico, están emitidos por sustancias gaseosas, cuya lectura determina su intensidad. Normalmente los electrones giran alrededor de un núcleo, sin absorber o emitir radiaciones. Pero los elementos estimulados son desplazados del núcleo y al volver a sus posiciones originales liberan energía y generan espectros característicos de cada elemento químico. Los electrones están excitados por el calor de una llama o por medio de instrumentos como puede ser un horno de grafito. A partir de la longitud de onda se identifica y se cuantifica cada elemento específico. Todo se basa en la ley de Kirchoff: “la materia absorbe luz a la misma longitud de la onda que se emite”.

Los pasos a través de los cuales se llega a la lectura de los elementos traza son comunes para todos los métodos de investigación de paleodieta (Gallello, 2003):

- Muestreo (extracción) de las muestras
- Limpieza
- Combustión y pulverización
- Digestión
- Disolución
- Lectura

Por lo que se refiere al muestreo, se extrae una muestra de hueso cortical que resulta más adecuado que el hueso esponjoso. Para esta investigación se han extraído fragmentos de los fémures de los 33 individuos, más precisamente, de la parte lateral de este hueso, 2,5 cm más abajo del trocánter menor, evitando los puntos osteométricos. Las muestras extraídas de este punto del fémur han demostrado, en general, que los valores analíticos son más fiables y en menor medida sujetos a contaminación, mientras el hueso esponjoso, como por ejemplo las costillas, presenta un elevado grado de contaminación *post mortem* (diagénesis), por lo que los resultados no resultan satisfactorios desde el punto de vista paleodietético.

Para una individualización más correcta de los elementos traza es preferible el empleo de técnicas “destructivas”. En nuestro caso la extracción de la muestra se ha hecho con un instrumento de corte eléctrico con lama extraíble, de manera que, cada vez que se trabajaba con un individuo, las lamas se limpiaban sumergiéndolas en acetona, mientras que el plano de extracción también se pasaba con un papel impregnado de acetona para evitar que el polvillo dejado por un corte se mezclara con la extracción sucesiva. Otras opciones para la fase de muestreo pasarían por efectuar la extracción con puntas de diamante siempre en puntos no osteométricos.

Una vez concluida esta operación, las muestras de hueso junto a muestras de tierra, tanto de la tierra presente en el hueso como de puntos distantes de las tumbas con objeto de verificar el grado de contaminación *post mortem* de los huesos que podría afectar al grado de fiabilidad de los resultados, han sido depositadas cuidadosamente en cajitas de plástico esterilizadas y con sus correspondientes fichas enviadas al laboratorio del Dipartimento di Scienze Biologiche della Università degli Studi di Pisa.

Ya en laboratorio se efectúa una limpieza en superficie de las muestras de hueso por medio de un bisturí y, a continuación, el fragmento se lava con agua desionizada y se pone en una balsa ultrasonido. Para remover el agua intersticial en el interior del fragmento de hueso, se procede a su desecación en una estufa a 100 °C durante unas doce horas y después se incinera en mufla a 500/600 °C, durante unas cuatros horas para eliminar cualquier traza de substancia orgánica. La muestra se machaca sucesivamente con un mortero apropiado y las cenizas se pesan y se disuelven a través de la digestión con ácidos. El primer ataque con ácidos se efectúa con ácido nítrico a 120/150 °C durante unos 15 minutos y una vez enfriada, la solución, se añaden 5 ml de ácido clorhídrico y se escalfa nuevamente durante el mismo tiempo a 60/80 °C. La solución se lleva a volumen con agua desionizada.

Cada elemento, para ser diluido, necesita diferentes métodos; por ejemplo el calcio, siendo un elemento mayoritario, tiene que diluirse más que otros. La lectura de los elementos traza es una operación compleja que contempla medidas particulares para cada uno de ellos.

Los marcadores óseos comúnmente más utilizados para indicar una dieta a base de vegetales y cereales son el estroncio, el bario y el magnesio en cuanto tienden a presen-

tarse en cantidades más elevadas en los huesos de los herbívoros, mientras que se presentan en cantidades limitadas en los carnívoros. Al contrario, zinc y cobre son valiosos marcadores de una dieta a base de carne. En un omnívoro como es el hombre, la tasa ósea de estos elementos viene dada por sus concentraciones medias, que son menores con respecto a la fauna, herbívora o carnívora, que ha vivido en el mismo ambiente. Para que el resultado sea más esperado, cada uno de los elementos analizados ha sido relacionado con el calcio. Después de haber decidido el elemento a analizar y haberlo leído por medio de espectrofotometría de absorción atómica (AAS), se procede a la elaboración de los datos. Otro paso a efectuar, pero que en esta investigación no ha podido aplicarse debido a la falta de restos óseos animales en la excavación, consiste en la “corrección con el yacimiento”, es decir la relación de los valores de estroncio/Ca del hombre con los de estroncio/Ca de los animales herbívoros encontrados en la misma excavación.

La relación (Sr/Ca) hombre-animal herbívoro debe ser menor de 1, ya que cuanto más se aproxime a la unidad, será mayor la posibilidad de que la dieta de los individuos analizados fuese de tipo vegetal o basada en un consumo de vegetales y/o cereales. Además, esto nos permite comparar nuestra muestra con otros grupos humanos sincrónicos, diacrónicos y estereotípicos.

El estudio de los elementos trazas presenta problemas teóricos y dificultades en el momento de interpretar los resultados. El problema más importante lo representan las contaminaciones diagenéticas. La diagénesis es un fenómeno de consolidación y tal vez de transformación parcial que acarrea una compactación, cementación y puede que una recristalización parcial de los sedimentos presentes en el hueso enterrado. Los procesos diagenéticos, se activan mediante varios fenómenos de cementación, regeneración cristalina, desmineralización y sustitución de minerales presentes, favorecidos por la presión de cargas de los mismos sedimentos, por variación del grado de humedad y temperatura, por algunas características conexas con la composición originaria de los sedimentos y por la presencia de agua.

La modificación de la estructura física del hueso obedece a los cambios químicos que suceden, sea en los componentes orgánicos del hueso, sea en los inorgánicos. Las alteraciones químicas son muy comunes y no es posible visualizarlas por completo. El comportamiento diagenético de cada elemento es único y depende del hueso y de las características del suelo, por lo que aún no existe una regla general aplicable a todos los yacimientos.

Propuesta metodológica de control de la diagénesis

Como ya se ha indicado, la propuesta para el control de la diagénesis contemplaría cinco puntos:

1. Asociación de los análisis de los huesos humanos con los de los animales, cuya dieta sea bien conocida, hallados en los mismos estratos del yacimiento. Si las concentraciones de un elemento traza de los herbívoros difiere mucho de los carnívoros y no existe una superposición entre los dos grupos, significa que es muy probable que los restos humanos, en las mismas condiciones de enterramiento, tampoco hayan asumido una contaminación del terreno.

2. Tener en cuenta las variabilidades y susceptibilidades de los elementos traza distribuidos entre los diferentes sectores esqueléticos de un mismo individuo (intra-individual), causados en vida por factores metabólicos, pero que en periodo *post mortem* son consecuencia de los factores diagenéticos.

3. Elección, para este tipo de investigaciones, de poblaciones numerosas humanas y animales, para poder analizar el mayor número de muestras posibles. La ventaja de esta aplicación es una buena representación de la población que nos puede indicar que no existe un proceso diagenético diferencial, en dicha población, que pueda alterar de algún modo los resultados obtenidos.

4. Recogida de muestras de tierra en el área arqueológica, tanto la presente en los huesos como en puntos distantes de las tumbas y a ser posible una o más muestras de tierra por individuo. Los resultados de los individuos se ponen en relación con los de las muestras de tierra recogidas para averiguar el grado de contaminación *post mortem* de los huesos.

5. División de una muestra en dos o más “sub-muestras” distintas de cada individuo de una población y analizarlas aplicando dos o más metodologías similares de análisis y/o un estudio paralelo entre dos o más laboratorios.

Como ya se ha comentado más arriba, conviene precisar que en el grupo humano analizado en esta investigación no se ha podido realizar la aplicación de la totalidad de los cinco puntos que contempla la propuesta metodológica. Se han realizado parcialmente los puntos 3 y 4 y por completo sólo el punto 5. No obstante, el objetivo de cara a investigaciones futuras es la aplicación completa de todos los puntos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez preparadas las muestras, se ha procedido a la lectura con el espectrofotómetro y han proporcionado en concentración los datos establecidos en la tabla 2. Para que las concentraciones pudieran ser comparadas con los estándares han sido transformadas

Tabla 1.- Individuos analizados y muestras de tierra: Unidades estratigráficas (UE); tumba (T); SEXO: femenino (F), masculino (M), niño (N), no identificado (?); EDAD, edad de los individuos; TIERRA, tierra en contacto con el hueso; TIERRA LEJANA, tierra lejana del hueso.

UE	TUMBA	SEXO	EDAD
1818	T 37	F	35-40
1454	T 7	F	?
1986	T 82	F	20-25
4480	T 52	F	?
1809	T 34	F	?
1450	T 14	F	25-30
9300	T 69	F	35-40
9313	T 71	F	30-35
3892	T 17	F	?
1426	T 3	F	30-35
4627	T 87	F	35-40
1432	T 12	F	?
10139	T 58	F	30-40
1843	T 54	F	30-40
1444	T 13	F	45-50
1812	T 35	F	30-40
7371	T 76	M	35-40
4373	T 46	M	30-40
10137	T 57	M	?
9312	T 71	M	25-35
10136	T 66	M	25-35
4464	T 72	M	?
3903	T 18	M	30-35
1423	T 2	M	40-45
1417	T 1	M	35-40
1429	T 6	M	30-40
3908	T 19	M	30-35
4363	T 50	M	45-50

Tabla 1. (cont.)

UE	TUMBA	SEXO	EDAD
10141	T 60	?	Adulto
9294	T 68	?	Adulto
1473	T 20	?	Adulto
3916	T 21	N	5-10
1821	T 38	N	0-5
TIERRA			
1821	T 38		
4464	T 72		
3916	T 21		
10139	T 58		
3906	T 19		
1818	T 37		
10137	T 57		
3892	T 17		
1426	T 3		
9300	T 69		
4373	T 46		
TIERRA LEJANA			
UE 3696			
C/ Escolano			
Solar 3000 Prestéril			

Tabla 2.- Valores absolutos de las muestras analizadas con media y desviación estándar.

UE	Ca mg/g	Sr ppm	Mg ppm	Zn ppm	Cu ppm
MUJERES					
1818 T 37	278	616	1100	185	30
1454 T 7	286	908	1200	178	25
1986 T 82	274	972	1080	211	30
4480 T 52	275	942	1200	198	44
1809 T 34	273	800	1200	198	32
1450 T 14	307	778	1040	165	35
9300 T 69	284	972	1320	150	32
9313 T 71	277	766	1320	211	26
3892 T 17	290	1018	1200	100	31
1426 T 3	263	774	1160	267	24
4627 T 87	266	734	1320	178	26
1432 T 12	246	804	1180	150	32
10139 T 58	262	720	1460	96	27
1843 T 54	296	774	1240	146	34
1444 T 13	255	636	1080	224	24
1812 T 35	294	684	1340	176	40
<i>MEDIA</i>	<i>276,625</i>	<i>806,125</i>	<i>1215</i>	<i>177,062</i>	<i>30,75</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>16,049</i>	<i>122,716</i>	<i>113,959</i>	<i>36,524</i>	<i>5,650</i>
HOMBRES					
7371 T 76	282	886	1300	174	23
4373 T 46	284	826	1320	146	31
10137 T 57	299	920	1180	135	25
9312 T 71	264	440	1220	122	20
10136 T 66	263	788	1180	80	25
4464 T 72	279	646	1220	168	27
3903 T 18	298	630	1140	240	23
1423 T 2	261	798	1100	159	28
1417 T 1	294	1024	1080	94	24
1429 T 6	262	782	1220	115	20
3908 T 19	290	640	1460	189	31
4363 T 50	270	632	860	120	35
<i>MEDIA</i>	<i>278,833</i>	<i>751</i>	<i>1181,667</i>	<i>145,166</i>	<i>26</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>14,509</i>	<i>159,643</i>	<i>146,597</i>	<i>44,218</i>	<i>4,592</i>

Tabla 2. (cont.)

UE	Ca mg/g	Sr ppm	Mg ppm	Zn ppm	Cu ppm
ADULTOS					
10141 T 60	259	940	1360	185	38
9294 T 68	299	470	1160	152	22
1473 T 20	285	874	1320	232	29
<i>MEDIA</i>	<i>281</i>	<i>761,333</i>	<i>1280</i>	<i>189,666</i>	<i>29,666</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>20,297</i>	<i>254,451</i>	<i>105,830</i>	<i>40,203</i>	<i>8,020</i>
NIÑOS					
3916 T 21	288	880	1100	187	35
1821 T 38	247	662	1340	211	40
<i>MEDIA</i>	<i>267,5</i>	<i>771</i>	<i>1220</i>	<i>199</i>	<i>37,5</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>28,991</i>	<i>154,149</i>	<i>169,705</i>	<i>16,970</i>	<i>3,535</i>
<i>MEDIA TOTAL INDIVIDUOS</i>	<i>277,272</i>	<i>779,878</i>	<i>1209,090</i>	<i>167,939</i>	<i>29,333</i>
<i>DESV. EST. TOTAL INDIVIDUOS</i>	<i>15,922</i>	<i>145,957</i>	<i>125,293</i>	<i>41,244</i>	<i>5,998</i>
TIERRA					
1821 T 38	141	290	3840	25	39
4464 T 72	113	486	4220	11	26
3916 T 21	54	346	3600	43	20
10139 T 58	100	520	3440	26	36
3906 T 19	82	384	3600	—	36
1818 T 37	109	480	3660	62	38
10137 T 57	130	352	3520	—	48
3892 T 17	62	228	4180	13	40
1426 T 3	122	416	3840	38	36
9300 T 69	153	518	3660	41	32
4373 T 46	102	272	3560	1	26
<i>MEDIA</i>	<i>106,181</i>	<i>390,181</i>	<i>3738,181</i>	<i>28,888</i>	<i>34,272</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>30,970</i>	<i>102,401</i>	<i>258,217</i>	<i>19,035</i>	<i>7,824</i>
TIERRA LEJANA					
UE 3696	157	412	3520	27	32
C/ Escolano	130	416	3680	7	28
Solar 3000 Preestéril	130	266	3640	14	24
<i>MEDIA</i>	<i>139</i>	<i>331,333</i>	<i>3613,333</i>	<i>16</i>	<i>28</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>15,588</i>	<i>85,471</i>	<i>83,266</i>	<i>10,148</i>	<i>4</i>

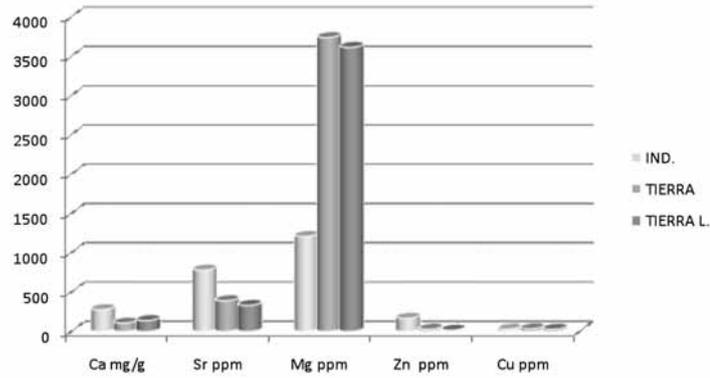


Gráfico 1.- Medias de los valores absolutos de los elementos (Ca, Sr, Mg, Zn, Cu) pertenecientes a los individuos (IND.), a la tierra cercana al hueso (TIERRA) y a la tierra lejana del hueso (TIERRA L.) puestos en relación entre ellos.

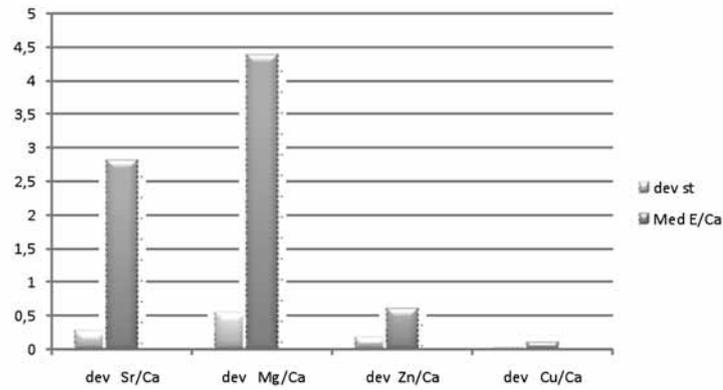


Gráfico 2.- Relación desviación estándar (dev) y media E/Ca en individuos.

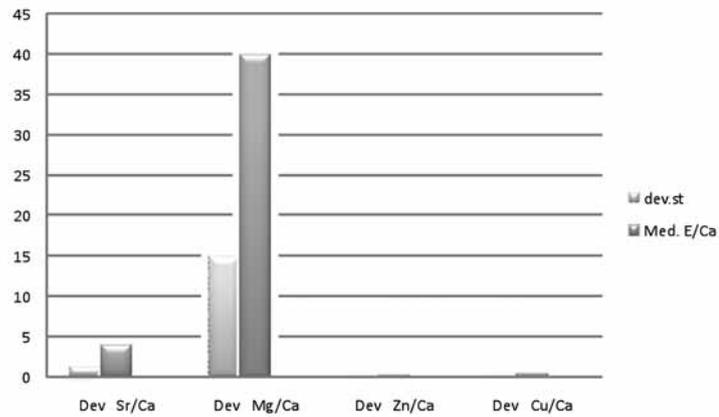


Gráfico 3.- Relación desviación estándar (dev) y media E/Ca en tierra cercana al hueso.

en la unidad de medida ppm (partes por millón) que corresponden a $\mu\text{g/g}$. El cálculo matemático para la transformación de las concentraciones en ppm varía dependiendo de cada elemento, ya que la dilución de éstos, tratada precedentemente, no ha sido la misma para cada uno de ellos. La tabla 2 muestra los valores absolutos obtenidos en las muestras analizadas, elaborados en mg/g , como el calcio y ppm como el estroncio, el magnesio, el zinc, el cobre; además se pueden observar las medias y su desviación estándar. En la tabla 1 se muestran los individuos analizados subdivididos por unidad estratigráfica, tumba, sexo y edad, y las muestras de tierra identificadas por unidad estratigráfica.

En el gráfico 1 se ofrece la media de los valores absolutos de cada elemento, pertenecientes a los individuos, a la tierra cercana al hueso y a la tierra lejana del hueso. Puestos en relación entre ellos, se evidencia cómo la media de los valores absolutos del estroncio (Sr ppm), del magnesio (Mg ppm), del zinc (Zn ppm) y del cobre (Cu ppm), pertenecientes a la tierra cercana al hueso, es siempre levemente superior a la media de la tierra lejana del hueso. Esto podría ser consecuencia de una pérdida parcial de los elementos que desde el hueso se transfieren hacia la tierra cercana a éste, a causa probablemente de factores diagenéticos. Al contrario, en el caso del calcio (Ca mg/g) la media del valor absoluto de la tierra cercana al hueso es ligeramente inferior de la tierra lejana. La media de los valores absolutos del Ca mg/g , del Sr ppm y del Zn ppm pertenecientes a los individuos son superiores a la media de las dos muestras de tierra, lo que indica una cierta estabilidad en estos elementos (tabla 1 y 2; gráfico 1).

Cálculo de las relaciones Elemento/Calcio, medias y desviaciones estándar

Han sido calculadas las relaciones entre los elementos investigados y el calcio: la corrección con el calcio está motivada por el hecho de que las concentraciones de un elemento dado, en un mismo individuo, están siempre en relación con éste último. Dado que el calcio es parte integrante de la matriz ósea, su pérdida durante la permanencia en el terreno de la sepultura comporta también una pérdida de los otros elementos, y por ello es necesario mantener entre éstos una relación matemática constante.

La tabla 3 evidencia la distribución de las relaciones Elemento/Calcio de las diferentes muestras. Los gráficos 2, 3 y 4 ponen en relación las medias Elemento/Calcio (E/Ca) con sus desviaciones estándar.

En el gráfico 5 se expresan las medias de los valores Elemento/Calcio (E/Ca) pertenecientes a los individuos, a la tierra cercana al hueso y a la tierra lejana del hueso. Puestos en relación entre ellos, se evidencia cómo la media de los valores E/Ca de la tierra cercana al hueso es siempre superior a la media E/Ca de la tierra lejana del hueso. Esto podría ser consecuencia de una pérdida parcial de los elementos que desde el hueso se transfieren hacia la tierra cercana a éste, a causa probablemente de factores diagenéticos (tabla 3; gráficos 2, 3, 4 y 5).

Tabla 3.- Relaciones Elemento/Calcio, media y desviación estándar.

	Sr/Ca	Mg/Ca	Zn/ca	Cu/Ca
MUJERES				
1818 T 37	2,215	3,956	0,665	0,107
1454 T 7	3,174	4,195	0,622	0,087
1986 T 82	3,547	3,941	0,77	0,109
4480 T 52	3,425	4,363	0,72	0,16
1809 T 34	2,93	4,395	0,725	0,117
1450 T 14	2,534	3,387	0,537	0,114
9300 T 69	3,422	4,647	0,528	0,112
9313 T 71	2,765	4,765	0,761	0,093
3892 T 17	3,51	4,137	0,344	0,106
1426 T 3	2,942	4,41	1,015	0,091
4627 T 87	2,759	4,962	0,669	0,097
1432 T 12	3,268	4,796	0,609	0,13
10139 T 58	2,748	5,572	0,366	0,103
1843 T 54	2,614	4,189	0,493	0,114
1444 T 13	2,494	4,251	0,878	0,094
1812 T 35	2,326	4,557	0,598	0,136
<i>MEDIA</i>	<i>2,917</i>	<i>4,407</i>	<i>0,643</i>	<i>0,110</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>0,431</i>	<i>0,480</i>	<i>0,174</i>	<i>0,018</i>
HOMBRES				
7371 T 76	3,141	4,609	0,617	0,0815
4373 T 46	2,908	4,647	0,514	0,109
10137 T 57	3,076	3,946	0,451	0,083
9312 T 71	1,666	4,621	0,462	0,075
10136 T 66	2,996	4,486	0,304	0,095
4464 T 72	2,315	4,372	0,602	0,096
3903 T 18	2,114	3,825	0,805	0,077
1423 T 2	3,057	4,214	0,609	0,107
1417 T 1	3,482	3,673	0,319	0,081
1429 T 6	2,984	4,656	0,438	0,076
3908 T 19	2,206	5,034	0,651	0,106
4363 T 50	2,34	3,185	0,444	0,129
<i>MEDIA</i>	<i>2,690</i>	<i>4,272</i>	<i>0,518</i>	<i>0,092</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>0,541</i>	<i>0,523</i>	<i>0,144</i>	<i>0,016</i>

Tabla 3. (cont.)

	Sr/Ca	Mg/Ca	Zn/ca	Cu/Ca
ADULTOS				
10141 T 60	3,629	5,25	0,714	0,146
9294 T 68	1,571	3,879	0,508	0,073
1473 T 20	3,066	4,631	0,814	0,101
<i>MEDIA</i>	<i>2,755</i>	<i>4,586</i>	<i>0,678</i>	<i>0,106</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>1,063</i>	<i>0,686</i>	<i>0,156</i>	<i>0,036</i>
NIÑOS				
3916 T 21	3,055	3,819	0,649	0,121
1821 T 38	2,68	5,425	0,854	0,161
<i>MEDIA</i>	<i>2,867</i>	<i>4,622</i>	<i>0,7515</i>	<i>0,141</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>0,265</i>	<i>1,135</i>	<i>0,144</i>	<i>0,028</i>
<i>MEDIA TOT. INDIV.</i>	<i>2,816</i>	<i>4,387</i>	<i>0,607</i>	<i>0,105</i>
<i>DESV. ES. TOT. IND.</i>	<i>0,2651</i>	<i>0,5395</i>	<i>0,1702</i>	<i>0,0229</i>
TIERRA				
1821 T 38	2,056	27,234	0,177	0,276
4464 T 72	4,3	37,345	0,097	0,23
3916 T 21	6,407	66,666	0,796	0,37
10139 T 58	5,2	34,4	0,26	0,36
3906 T 19	4,682	43,902		0,439
1818 T 37	4,403	44,634	0,568	0,348
10137 T 57	2,707	27,076		0,369
3892 T 17	3,677	67,419	0,2	0,645
1426 T 3	3,409	31,475	0,311	0,295
9300 T 69	3,385	23,921	0,267	0,209
4373 T 46	2,666	34,901	0,009	0,254
<i>MEDIA</i>	<i>3,899</i>	<i>39,906</i>	<i>0,298</i>	<i>0,345</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>1,261</i>	<i>14,916</i>	<i>0,133</i>	<i>0,121</i>
TIERRA LEJANA				
UE 3696	2,624	22,42	0,171	0,203
C/ Escolano	3,2	28,307	0,053	0,215
Solar 3000 Preestéril	2,046	28	0,107	0,184
<i>MEDIA</i>	<i>2,623</i>	<i>26,242</i>	<i>0,110</i>	<i>0,200</i>
<i>DESV. ESTÁNDAR</i>	<i>0,577</i>	<i>3,313</i>	<i>0,059</i>	<i>0,015</i>

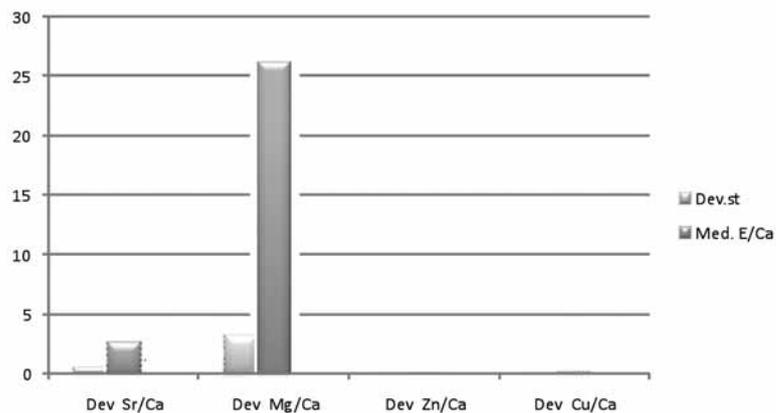


Gráfico 4.- Relación desviación estándar (dev) y media E/Ca en tierra lejana del hueso.

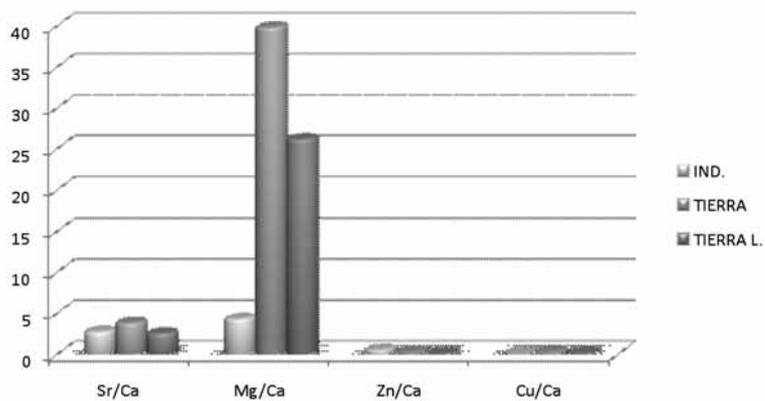


Gráfico 5.- Medias de los valores Elemento/Calcio (E/Ca), *Sr/Ca*, *Mg/Ca*, *Zn/Ca*, *Cu/Ca* pertenecientes a los individuos (IND.), a la tierra cercana al hueso (TIERRA) y a la tierra lejana del hueso (TIERRA L.) puestos en relación entre ellos.

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio del Dipartimento di Scienze Biologiche de la Università degli Studi di Pisa se han podido comparar con las fuentes escritas.

Recapitulando en función de los datos disponibles, la alimentación de los individuos de la Boatella de época tardoantigua sería de tipo *agrícola-rica*, basada en un importante consumo de productos de origen vegetal y, en menor medida, por el aporte de alimentos de origen animal.

Las fuentes escritas señalan que durante la época tardoantigua se cultivaría, aparte de la viña y el olivo, también los cereales, árboles frutales y hortalizas, de los que hay noticias tanto por los restos que de ellos han quedado en los sedimentos (Grau, 2002) como por las referencias de los autores clásicos. El territorio de *Valentia* contaría con una gran superficie de terrenos cultivables y con una explotación intensa de los suelos de aluviones por medio de una agricultura de irrigación. Por lo tanto, los productos de la tierra garantizarían una cierta autosuficiencia alimentaria. Por lo que se refiere a la ganadería, a pesar de la escasez de estudios zooarqueológicos (Sanchis, 2002), las fuentes parecen indicar que los ovicápridos constituían la especie dominante, seguida de los suidos. La caza podría ser una fuente de alimento, mientras que peces, moluscos y crustáceos podrían también integrar parte de la dieta durante este periodo.

Los datos de las fuentes escritas concuerdan bastante con los resultados obtenidos por los análisis de laboratorio. Los porcentajes de los valores del estroncio y del magnesio, indicadores de una dieta de base vegetal, son muy elevados respecto a los valores de zinc y cobre, indicadores de una dieta cárnica. Todo esto confirmaría una alimentación basada sobre todo en el consumo de alimentos de origen vegetal con un aporte menor de productos de origen animal. Obviamente, en la reconstrucción de la dieta de los individuos de la Boatella no se tiene que excluir la posibilidad de que en el momento histórico de vida de estas personas se podían presentar momentos de hambruna o cambios de dieta causados por motivos bélicos, climáticos o factores individuales.

Como ya se ha explicado en el desarrollo de este trabajo, el estudio de los elementos traza plantea problemas teóricos y dificultades en el momento de interpretar los resultados. El problema más importante viene representado por las contaminaciones diagenéticas. Las medidas tomadas para el control del proceso diagenético han sido, en primer lugar, la elección de una población humana numerosa compuesta por 33 individuos. Analizando los valores de los elementos, es evidente que no existe un proceso diagenético diferencial en dicha población, o sea, poniendo en relación los valores de cada elemento de los individuos se evidencia en general una cierta homogeneidad. La recogida de muestras de tierra en el área arqueológica en puntos lejanos de las tumbas y otras muestras de tierra situadas en los huesos de los individuos, también forma parte de la metodología utilizada para el control de la diagénesis. Los resultados de los individuos han sido

puestos en relación con los resultados de las muestras de tierra recogidas para poder así averiguar el grado de contaminación *post mortem* de los huesos. En la lectura de estas relaciones se ve cómo la media de los valores absolutos del estroncio (Sr ppm), del magnesio (Mg ppm), del zinc (Zn ppm) y del cobre (Cu ppm), pertenecientes a la tierra cercana al hueso, es siempre levemente superior a la media de la tierra lejana del hueso.

Esto podría ser consecuencia de una pérdida parcial de los elementos que desde el hueso se transfieren hacia la tierra cercana a éste, a causa probablemente de factores diagenéticos. Al contrario, en el caso del calcio (Ca mg/g), la media del valor absoluto de la tierra cercana al hueso es ligeramente inferior de la tierra lejana. La media de los valores absolutos del Ca mg/g, del Sr ppm y del Zn ppm pertenecientes a los individuos son superiores a la media de las dos muestras de tierra, lo que indica una cierta estabilidad en estos elementos. En las medias de los valores Elemento/Calcio (E/Ca), pertenecientes a los individuos, a la tierra cercana al hueso y a la tierra lejana del hueso se evidencia cómo la media de los valores E/Ca de la tierra cercana al hueso es siempre superior a la media E/Ca de la tierra lejana del hueso. Esto confirmaría los datos que se observan en los valores absolutos, o sea, una posible pérdida parcial de los elementos que desde el hueso se transfieren hacia la tierra cercana a éste, a causa de los procesos de contaminación diagenética.

Según estos datos, el elemento que parece ha estado menos sujeto a contaminación es el zinc, que normalmente viene considerado un elemento estable (Francalacci, 1997), mientras el estroncio, considerado también estable con leves variaciones, parece presentar un ligero grado de contaminación, teniendo en cuenta que para un mejor control de este elemento no se ha podido efectuar la asociación de los análisis de los huesos humanos a los de los animales, especialmente herbívoros, cuya dieta es bien conocida, ya que no se han hallado sus restos en los estratos del yacimiento. El magnesio y el cobre normalmente se consideran diagenéticos y esta tesis parece confirmada por los resultados, donde se evidencia una fuerte pérdida de estos elementos en los huesos de los individuos debidos a factores diagenéticos. En general, los resultados presentan un cierto grado de fiabilidad tomando en consideración los dos elementos indicadores de la dieta: el estroncio (alimentos vegetales) y el zinc (alimentos animales). Todo parece confirmar el mayor consumo de alimentos de base vegetal y un consumo menor de alimentos animales por parte de esta población de época tardoantigua analizada.

Estas conclusiones quedan supeditadas a la realización de otros análisis con metodología diferente, lo que en futuros trabajos permitirá determinar su grado de equiparación. Estamos convencidos que, para mejorar el conocimiento en el campo de la paleodieta, es necesario actuar con una aplicación metodológica sistemática para el control de los procesos diagenéticos. La posibilidad de actuar de manera sistemática ayudaría a poner en relación más datos para profundizar sobre las causas y el comportamiento de la contaminación de los restos óseos, mejorando de este modo la fiabilidad de los resultados.

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido a todas aquellas personas y entidades que han colaborado y apoyado la realización de este trabajo. Un especial agradecimiento a: Profesor José Luis Jiménez, mi tutor del Máster en Patrimonio Cultural, del Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València; Doctor Albert Ribera Lacomba, director del SIAM del Ajuntament de València; Arqueóloga Agustina Herreros Hernández y su equipo; Dottor Fulvio Bartoli, del Dipartimento di Scienze Biologiche, Università degli Studi di Pisa; Professore Paolo Francalacci, del Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari; Silvia Barber Lleixa.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTOLI, F. (1995): *La Paleodieta: un'ulteriore informazione sulle abitudini dei gruppi umani antichi*. Miscellanea in Memoria di Giuliano Cremonesi, a cura del Dip. di Scienze Archeologiche dell'Università di Pisa, ETS, Pisa.
- COMAR, C.L.; RUSSEL, R.S. y WASSERMAN, R.H. (1957): "Strontium-calcium movement from soil to man". *Science*, 126, p. 485-492.
- FRANCALACCI, P. (1997): "L'analisi chimica dei reperti archeologici". *Quaderni del Civico Museo del finale*, 3, p. 39-43.
- FRANCALACCI, P. (1990): "Intra-individual variation of trace element content in different skeletons coming from archaeological sites". *Rivista di Antropologia*, LXVIII, Roma, p. 225-230.
- GALLELLO, G. (2003): *Aspetti paleonutrizionisti ed economici degli abitanti di Fivizzano: un affresco di una comunità montana del XIV-XV secolo della nostra era*. Pisa, p. 69-73.
- GALLELLO, G. (2008): *Aspectos de paleodieta en Valencia*. Trabajo Fin de Máster en Patrimonio Cultural, Facultat de Geografia i Història, Universitat de València, edición 2007-2008, Valencia.
- GILBERT, R.J. Jr. (1985): "Stress, paleonutritional and trace elements". En Gilbert and Mielke (eds.): *The Analysis of prehistoric diets*. Academic Press, Orlando.
- GRAU, E. (2002): "El paisaje vegetal de la Valencia romana". En *Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania*. Valencia, p. 279-287.
- KLEPINGER, L.L. (1984): "Nutritional assessment from bone". *Annual review of anthropology*, 13.
- LAMBERT, J.B. (1985): "Bone diagenesis and dietary analysis" *Journal of the Human Evolution*, 14.
- NOLASCO, M. (1994): "Comida: ¿alimento o cultura?". En Shoko Doode M. y Emma Paulina Pérez (comps.): *Sociedad, Economía y Cultura Alimentaria*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. y Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, México, p. 399-407.

- PALACIOS, M. y ROMÁN, R. (1994): “Algunas reflexiones sobre estudios de patrones alimentarios y su relación con la salud”. En Shoko Doode M. y Emma Paulina Pérez (comps.): *Sociedad, Economía y Cultura Alimentaria*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. y Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, México, p. 329-343.
- RIBERA, A. (1996): “La topografía de los cementerios romanos de Valentia”. *Saitabi*, 46, p. 85-99.
- RIBERA, A. y JIMÉNEZ, J.L. (2000): “Urbanismo y arquitectura de la valencia romana y visigoda”. En *Historia de la ciudad; recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia*. Valencia, p. 10-37.
- RIBERA, A. y SORIANO, R. (1987): “Enterramientos de la antigüedad tardía en Valencia”. *Lucentum*, 6, p. 139-164.
- ROSELLÓ, M. (2000): “Economía y comercio en época visigoda”. *Los inicios del cristianismo en Valencia y su entorno*. Valencia, p. 207-217.
- SANCHIS, A. (2002): “La alimentación de origen animal en la Valentia republicana”. En *Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania*. Valencia, p. 323-334.
- SILLEN, A. (1989): “Diagenesis of the inorganic phase of cortical bone”. En T.D. Price (ed.): *The Chemistry of Prehistoric Bone*. Cambridge University Press, p. 211-229.
- SORIANO, R. (1989): “La necrópolis de la Boatella: elementos para su cronología”. *Saguntum-PLAV*, 22, p. 393-411.
- SORIANO, R. (1996): “Las necrópolis bajo-imperiales. Nuevas aportaciones”. *Saitabi*, 46, p. 169-179.
- SUBIRÀ, M.E.; FRANCALACCI, P.; MALGOSA, A. y BORGOGNINI, S. (1991): “Reproducción y fiabilidad del análisis de elementos traza. Datos preliminares”. En *Nuevas Perspectivas en Antropología*. Granada, p. 995-1003.