

Avances en el análisis multielemental de los restos óseos atribuidos al conquistador Don Francisco Pizarro para un estudio de contaminación post-mortem, régimen dietario y paleopatologías, mediante métodos no destructivos de fluorescencia de rayos X

Paula Olivera^{1,*}, Raúl Greenwich^{2,3,4}

¹ Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X - Instituto Peruano de Energía Nuclear

² Proyecto Académico de Investigación Bioarqueológico e Historiográfico Francisco Pizarro-PAIBHFP

³ E.A.P. Arqueología – Fac. Ciencias Sociales – Universidad Nacional Mayor San Marcos

⁴ Equipo Peruano de Antropología Forense

Resumen

El análisis químico elemental de huesos proporciona información muy importante, que permite estudiar temas como contaminación post mortem, régimen dietario y diversas patologías que se observan a simple vista basándose en la concentración de los elementos presentes identificados plenamente. Los restos óseos atribuidos al conquistador Don Francisco Pizarro fueron analizados en un equipo de Fluorescencia de Rayos X en Energía Dispersiva, utilizando una fuente de Cd-109 de 25 mCi. Los espectros se analizaron mediante el programa IAEA-AXIL-QXAS. La cuantificación se realizó con las opciones de Análisis Cuantitativo Simple, con el método de sensibilidad elemental. Se observó principalmente, la presencia de los elementos Ca, Fe, Cu, Zn, Sr y Pb denotando una alimentación de tendencia vegetariana y la presencia de elementos de los materiales de entorno.

Summary

The elementary chemical analysis of bones provides very important information that allows studying topics like post mortem contamination, diet and diverse paleopathologies that are observed at first sight based on the concentration of the present elements identified fully. The bony remains of the conqueror Don Francisco Pizarro were analyzed in an Energy Dispersive X Ray Fluorescence System using a Cd-109 source of 25 mCi. The spectra were analyzed by IAEA-AXIL-QXAS Software. The quantification was carried out with the options of Simple Quantitative Analysis, with the method of elementary sensibility. It was observed mainly, the presence of the elements Ca, Fe, Cu, Zn, Sr and Pb denoting a vegetarian diet and the presence of the around materials.

1. Introducción

Toda actividad humana deja siempre vestigios de su existencia en los objetos creados y/o usados por el hombre a lo largo de su vida (objetos materiales que con el paso del tiempo pasan a convertirse en reductos de actividad social, los cuales son de suma importancia para el trabajo de investigación arqueológica, tomando la forma de registro arqueológico) y en las alteraciones de su propio cuerpo (material óseo, por ejemplo) producto de las actividades practicadas y del cuidado al que era sometido.

En el caso de una obra arquitectónica al estudiar la forma, la técnica, los materiales, adosamientos, volumen, etc.; se logra conocer el cómo se organizó la sociedad para realizarla (quienes dirigen, quienes

construyen, quienes traen el material, que artefactos emplearon y el porqué la construyeron). Así mismo en los restos óseos humanos, al examinar morfología, espesor, marcas musculares, marcas de infecciones, malformaciones, etc.; se logra aproximar al conocimiento de las actividades que realizó el individuo, enfermedades que padeció, cómo se nutria, así como aproximarnos a los ritos funerarios practicados por la sociedad de su tiempo y establecimiento de diferencias de estatus (cuando este tipo de estudios se realiza con varios individuos, es posible obtener índices de tipo demográfico).

El conocimiento de nuestro objeto de estudio es de suma importancia en la investigación

* Correspondencia autor: polivera@ipen.gob.pe

arqueológica, pues nos permite acercarnos a los aspectos materiales de la vida social de los grupos que estudiamos y teniendo en cuenta que, de acuerdo con la facilidad o dificultad de acceso a recursos necesarios para la vida (en nuestro caso ponemos énfasis en la alimentación y el abrigo que van a dejar huellas en los restos óseos) y a recursos que denotan prestigio (joyas, artefactos rituales, etc.), un grupo humano tendría que trabajar más, mientras otro trabajar menos, unos tendrían mejores condiciones para cuidar su cuerpo (de acuerdo con las tareas más o menos duras), en contraste de otros que estarán expuestos a más lesiones laborales y enfermedades. Estas diferencias de acceso a recursos están determinadas por la posición que los individuos tienen dentro de su escala social y el proceso de producción o por diferencias de estatus [1].

La información que se obtiene del material óseo es tan importante como la información que puede proporcionar otros vestigios de la actividad humana, tanto más aun por ser este material, un vestigio del mismo hombre que realizó la actividad y cuya influencia se puede ubicar en sus propios restos.

Por otro lado, sabemos que mediante un análisis químico elemental de huesos se puede conseguir información muy importante para estudiar temas como contaminación, dieta y diversas patologías que se observan a simple vista. Cuando en una muestras ósea, elementos como Zn y Cu se presentan en mayores concentraciones estas corresponden a poblaciones con un mayor consumo de carne, mientras que la presencia de Mg, V, Mn, Ba y fundamentalmente el Sr en concentraciones mayores corresponden a poblaciones con un mayor consumo de vegetales [2].

La técnica de Análisis por Fluorescencia de Rayos X, conocida por su carácter no destructivo es ampliamente solicitada para la determinación de los elementos de interés para este estudio [3]. Consiste en irradiar una parte de la superficie de la muestra con un haz de rayos X o fotones gamma de energía suficiente como para extraer un electrón interno de los átomos en estudio provocando la inestabilidad instantánea de los mismos para emitir sus rayos X característicos que permiten identificarlos y cuantificarlos.

2. Metodología

Tomando en cuenta lo mencionado se propuso el “*Proyecto académico de investigación bioarqueológico e historiográfico Francisco Pizarro-PAIBHFP*”, el cual es un proyecto de investigación científica multidisciplinario que se ha planteado como parte de los estudios universitarios de Arqueología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos teniendo como principal propósito la reconstrucción de la vida biográfica y osteobiográfica del conquistador Señor Marques Don Francisco Pizarro -quien nació y vivió entre los años 1478 o ¿1482? y 1541- sobre la base de estudios historiográficos, arqueológicos y bioantropológicos; para lo cual se requiere llevar a cabo un estudio sistemático y paulatino de las fuentes documentales (crónicas, archivos históricos, publicaciones recientes, documentos éditos e inéditos, etc.) que se tiene sobre su vida, así como un análisis minucioso del material óseo recuperado de su tumba, para establecer relaciones que nos permitan dar un diagnóstico más certero:

Lo que se busca con este estudio bioarqueológico es:

1. Caracterizar el perfil osteobiológico del individuo [4,5] y ampliar los estudios sobre rasgos individualizantes, bioindicadores de actividad social y paleopatologías [6].
2. Identificar el mecanismo lesionario.
3. Ampliar los estudios radiológicos, físico químicos (elementos traza), entre otros, con el objeto de caracterizar el tipo de dieta que tuvo el individuo en vida, y así establecer el grado de acceso a recursos alimenticios y el tipo de nutrición que debió tener; ampliando la información que nos permita mejores elementos de juicio para elaborar un informe más fidedigno científicamente, sobre la autenticidad de los restos.

Por lo que es necesario contar con métodos de análisis químicos cualitativos y cuantitativos, además de utilizar metodología propiamente arqueológica, y contar con el uso de técnicas y métodos de estudio propios

de la antropología física, la radiología y afines, para el estudio del material óseo.

3. Detalle Experimental

3.1 Muestras

Se contó con todo el esqueleto (Figura 1) de un individuo de aproximadamente 58 años de edad, que de acuerdo con los estudios que hasta ahora se le han practicado, corresponden al Sr. Francisco Pizarro uno de los conquistadores del Perú. La Tabla 1, muestra las piezas irradiadas.

3.2 Equipos y materiales

Fuente de excitación:

Cd-109

Actividad : 25 mCi

Período de semidesintegración : 453 d

Sistema de Espectrometría de Rayos X:

- Detector de Silicio – Litio, marca ORTEC, Modelo SLP 10190.
- Fuente de alto voltaje Marca ORTEC, Modelo 459.
- Amplificador marca CANBERRA, Modelo 2026.
- Portanim CANBERRA Modelo 2100.
- Osciloscopio Marca TRIO Modelo CS-1830.
- Tarjeta multicanal Modelo PCA II (The NUCLEUS) incorporado a una PC.

3.3 Procedimiento

Cada una de las piezas fue limpiada cuidadosamente con una brocha de cerdas de



Figura 1: Componentes óseos del individuo en estudio.

camello en la zona elegida para la irradiación: el criterio de selección fue básicamente el objetivo del estudio y la densidad de la superficie.

Se ubicó la pieza de tal manera que el área de estudio sea expuesta directamente a la radiación, para provocar la fluorescencia de Rayos X característicos de los elementos presentes en ella (Figuras 2 y 3). Se utilizó tiempos de irradiación entre 100 y 1000 s.

Tabla 1. Piezas analizadas.

Código FRX	Pieza irradiada	Código FRX	Pieza irradiada
CD0270	Radio derecho (sin paraloid)	CD0300	Mandíbula/ ángulo gonial derecho/ raspado
CD0271	Séptima costilla izquierda con paraloid	CD0301	Mandíbula/ cuerpo derecho/ parte interna
CD0272	Clavícula izquierda/ mitad medial/ vista superior	CD0302	Cráneo/ parietal izquierdo/ raspado
CD0273	Clavícula izquierda/ mitad lateral/ vista superior	CD0303	Cráneo apófisis mastoides izquierda
CD0274	Clavícula derecha/ mitad medial/ inferior	CD0304	Fémur derecho/ epicóndilo lateral/ raspado
CD0275	Clavícula derecha/ mitad lateral/ inferior	CD0305	Tibia izquierda/ tercio medial/ vista lateral
CD0276	Manubrio del esternón/ región lateral derecha de escotadura yugular	CD0306	Calcáneo derecho/ vista lateral
CD0277	Cuerpo esternal/ mitad proximal/ vista posterior	CD0307	C3 apófisis articular inferior derecha/ corte
CD0278	Cuerpo esternal/ altura 3ra costilla/ vista anterior	CD0308	C3 apófisis articular inferior derecha/ corte
CD0279	Escápula izquierda/ mitad distal/ vista posterior	CD0309	Apófisis articular inferior derecha/ base
CD0280	Escapula derecha/ mitad proximal/ vista anterior	CD0310	L2/ vista posterior
CD0281	Humero derecho/ tercio distal/ vista posterior	CD0311	Fémur izquierdo
CD0282	Humero izquierdo/ cabeza humeral con leve microporosidad/ vista medial	CD0312	Fémur izquierdo/ extremo desgastado
CD0283	Radio derecho/ tercio medial/ vista anterior	CD0313	Coxal derecho/ limpio
CD0284	Radio izquierdo/ cabeza/ vista medial	CD0314	Coxal derecho/ area blanquecina
CD0285	Cubito derecho/ cabeza/ vista anterior	CD0315	Sacro/ base
CD0286	Cubito izquierdo/ olécranon/ vista posterior	CD0316	Peroné derecho/ tercio medial
CD0287	C6 Superficie inferior del cuerpo vertebral	CD0317	Tibia derecha/ extremo blanquecino
CD0288	C2 Apófisis odontoides (diente)/ vista anterior	CD0318	Tibia derecha/ extremo limpio
CD0289	T8 Superficie superior del cuerpo/ crecimiento óseo + microporosidad	CD0319	Coxal izquierdo/ arco / zona limpia
CD0290	T9 superficie superior del cuerpo/ crecimiento óseo + micro y macroporosidad	CD0320	Calcáneo izquierdo
CD0291	T12 superficie superior del cuerpo/ crecimiento óseo y remodelación	CD0321	Metatarso 1
CD0292	T12 Apófisis transversa derecha	CD0322	Metatarso 2/ extremo limpio
CD0293	Primer metacarpo izquierdo/ mitad proximal/ vista dorsal	CD0323	Metatarso 3/ extremo limpio
CD0294	Quinto metacarpo izquierdo/ cabeza/ vista palmar	CD0324	Metatarso 4
CD0295	Primer metacarpo izquierdo/ mitad proximal/ vista palmar	CD0325	Falange proximal y medial fusionadas
CD0296	11va. Costilla derecha/ cuerpo	CD0326	Metatarso 5
CD0297	11va. Costilla izquierda/ ángulo raspado	CD0327	Metatarso 4
CD0298	T8 Apófisis transversa derecha/ raspada	CD0328	Metatarso de otro individuo
CD0299	T9 Apófisis transversa derecha/ raspado	CD0329	Metatarso de otro individuo
		CD0330	Instrumento de limpieza/ metal
		CD0331	Instrumento de limpieza/ cabezal sin uso (rosado)
		CD0332	Instrumental de limpieza/ cabezal usado
		CD0333	Instrumental de limpieza/ cabezal usado
		CD0344	Cráneo/ con paraloid
		CD0345	Cráneo con paraloid/ reverso
		CD0346	Plastilina utilizada para el pegado de fragmentos óseos
		CD0347	Plastilina utilizada para el pegado de fragmentos óseos
		CD0356	Paraloid sólido
		CD0357	Acetona



Figura 2: Irradiando el cráneo.



Figura 3: Arreglo instrumental para la irradiación de un área de estudio.

4. Resultados

Se está evaluando los espectros obtenidos para la discusión de resultados (Fig.4)

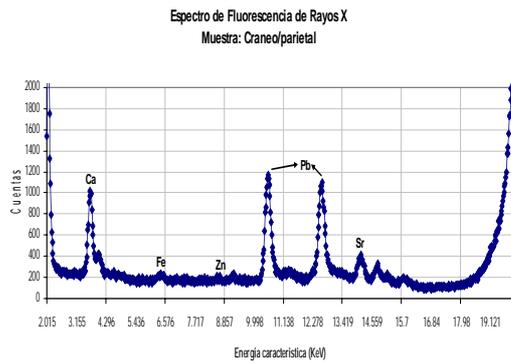


Figura 4: Espectro de FRX del Cráneo.

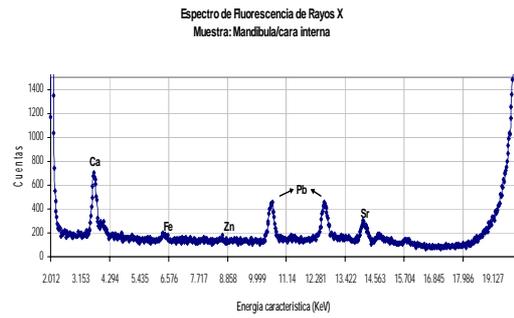


Figura 5: Espectro de FRX de la mandíbula.

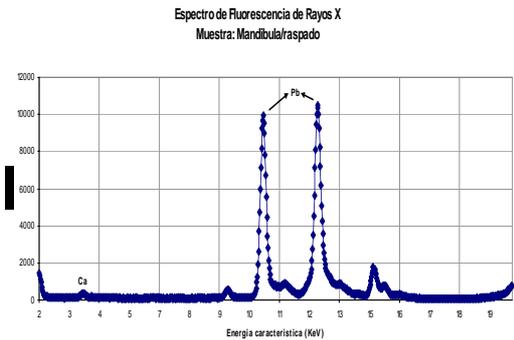


Figura 6: Espectro de la mandíbula en una zona raspada.

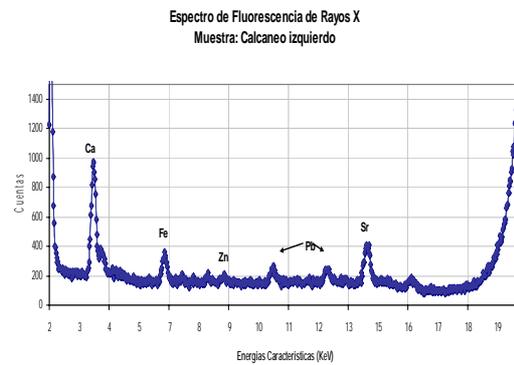


Figura 7: Espectro del Calcáneo limpio.

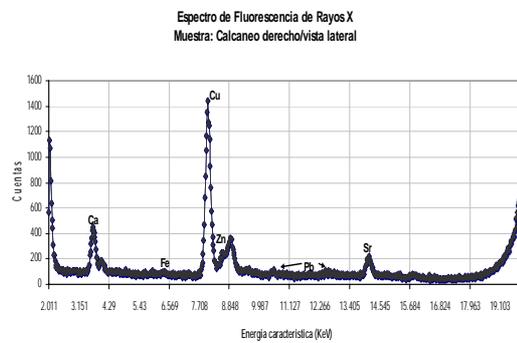


Figura 8: Espectro del Calcáneo en zona verduzca.

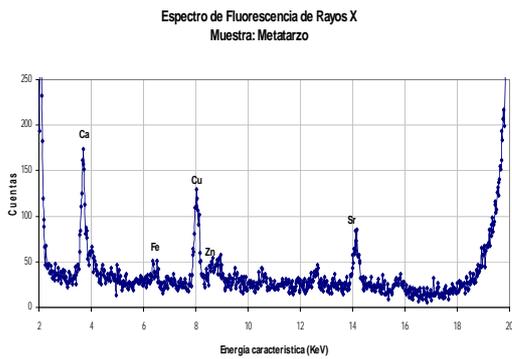


Figura 9: Espectro del 5to Metatarso en zona verduzca.

5. Observaciones y Análisis de espectros

- La presencia del Sr en una mayor proporción frente al Zn, nos sugiere una alimentación de tendencia vegetariana.
- En las Figuras 4 al 6 la presencia del Pb en altas proporciones nos induce a pensar en la posibilidad de que los restos óseos de la cabeza se hayan mantenido en un ambiente de Plomo o en contacto con materiales de este elemento.
- De la misma forma se puede decir de las figs. 7, 8 y 9 que se observa la presencia del Cu en los huesos del pie lo que indicaría contaminación por contacto con dicho metal.

6. Conclusiones Preliminares

- Su alimentación tiende a ser vegetariana debido a que se observa una alta proporción de Sr frente al Zn.
- La cabeza aparentemente ha sido conservada en un ambiente de Plomo o en contacto con materiales de dicho elemento.
- Los materiales de entorno tienen una fuerte influencia en la composición de un material arqueológico debido a procesos de difusión, intercambio iónico y de equilibrio químico en el tiempo.

7. Agradecimientos

Al Museo de Arte Religioso de la Basílica Catedral de Lima, por haber depositado su confianza en nuestro laboratorio para complementar los trabajos de investigación que vienen desarrollando con los restos óseos de Francisco Pizarro.

No quisiéramos dejar de agradecer la buena voluntad de nuestros amigos y colaboradores Rubén Matzumura y Fernando López, Administrador del Museo de la Basílica Catedral de Lima y Director del Archivo Arzobispal de la Basílica Catedral de Lima respectivamente. Sin la colaboración de ellos y su interés por conocer algo más sobre la vida del conquistador, llevar a cabo este proyecto no hubiera sido posible, al igual que ellos nuestros más sinceros agradecimientos a cada trabajador de la Basílica Catedral de Lima por su atención y apoyo en lo que dura nuestra investigación.

8. Bibliografía

- [1] Lull Vicente, Picazo Marina. Arqueología de la muerte y estructura social. Archivo Español de Arqueología. 1989; 62(159-160): 5-20.
- [2] Wing E, Brown A. Paleonutrition. Method and theory in prehistoric floodways. Cap .3 y 5. 1979.
- [3] Montalvo A. Análisis Multielemental de restos óseos por Fluorescencia de Rayos X para la reconstrucción de dietas del Período Temprano en la Cultura Lima. [tesis para optar el grado de Licenciado en Química]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1997
- [4] Arkansas Archeological Survey. Standards for data collection from human skeletal remains. Series No 44. 1994.
- [5] Bass, William M. Human Osteology. A Laboratory and Field Manual. Third edition 1987.
- [6] Campillo, Doménech. Introducción a la Paleopatología. Ediciones Bellaterra. 2001. Barcelona.