

ANTROPOLOGÍA
FÍSICA

IMPLICACIONES DEL ANÁLISIS DE CALCIO, ESTRONCIO Y ZINC EN EL CONOCIMIENTO DE LA DIETA Y LA MIGRACIÓN EN TEOTIHUACAN, MÉXICO

Linda Manzanilla, Samuel Tejada y Juan Carlos Martínez**

Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM

*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Resumen: Este artículo presenta los resultados del análisis de isótopos de estroncio y zinc para conocer la dieta de individuos enterrados en los túneles excavados por Linda Manzanilla al este de la Pirámide del Sol de Teotihuacan. Datan de tiempos Coyotlatelco tardío y Mazapa (600 a 900 dC). Al comparar la alimentación de quienes vivieron en la ciudad de Teotihuacan antes de su caída, con la de los pobladores que vivieron después en el Valle de Teotihuacan, concluimos que los primeros consumían una dieta más equilibrada, mientras que los más tardíos tuvieron menos acceso a alimentos provenientes de animales, probablemente debido al efecto de sequías prolongadas que mermaron los recursos del medio. Además, se reseñan nuevos estudios de migración hechos con isótopos de estroncio sobre nuestras muestras (tanto de Oztoyahualco 15B:N6W3, un conjunto habitacional teotihuacano de época Xolalpan, como de nuestros túneles de épocas postteotihuacanas), así como de entierros del Barrio de los Comerciantes y del Barrio Oaxaqueño de la antigua ciudad. La metodología desarrollada por T. Douglas Price para estudios de migración propone que si en los restos humanos se encuentran lecturas isotópicas semejantes en los huesos y los molares, se puede deducir una permanencia de mucho tiempo en un mismo lugar, con una misma dieta. En cambio, si estas cifras discrepan, se podría interpretar como migración.

Palabras clave: Teotihuacan, Coyotlatelco, Mazapa, isótopos, estroncio, zinc, dieta.

ANTECEDENTES

La arqueología ha abordado, desde múltiples perspectivas, el tema de la subsistencia de las sociedades del pasado. A partir de las muestras de polen, fitolitos, macrorestos botánicos y faunísticos obtenidos de excavaciones controladas podemos proponer cuáles especies fueron aprovechadas y con qué fines; ade-

más, podemos contar con otras que reflejen el entorno natural y sus variantes, como el clima.

Por otro lado, la osteología humana presenta evaluaciones del estado nutricional de las poblaciones, mediante indicadores de agresiones ambientales que quedan plasmados en los huesos. De los restos óseos antiguos se puede derivar información metabólica, dietética y hormonal del individuo, pues el sistema óseo responde rápidamente a cambios en el ambiente y a los hábitos adquiridos (Martin, 1991). Esta información —que se encuentra en la estructura del hueso— permite obtener datos como el tipo de dieta, las deficiencias nutricionales, las enfermedades sufridas, el sexo, la edad, las prácticas culturales sobre el esqueleto, etcétera, que no pueden ser obtenidos de ninguna otra fuente (Ezzo, 1994).

En recientes fechas, el estado nutricional de los seres del pasado ha sido abordado por medio del estudio de isótopos de estroncio, bario y zinc (Burton y Price, 1990). El estroncio es considerado uno de los elementos más interesantes en cuanto a la constitución del hueso, ya sea solo o asociado. Es un parámetro importante de paleonutrición, ya que se presenta en cantidades elevadas en vegetales y está dotado de un trofismo muy selectivo para el tejido óseo, porque 99% del estroncio del cuerpo está acumulado en hueso y sólo 1% en tejido blando. Por lo tanto, tiende a acumularse en los huesos de herbívoros, mas no en los de carnívoros como consecuencia de su dilución progresiva en la cadena alimentaria (Fornaciari y Mallegni, 1987).

Naturalmente, la cantidad de estroncio presente en los habitantes y en la fauna de una determinada región dependerá de la cantidad del elemento disponible en el terreno o en el agua de aquel sector. Por lo tanto, el análisis del sitio resulta directamente comparable con el valor absoluto del estroncio en los huesos de la fauna herbívora, ya que está fuertemente influido por el ambiente. En cuanto al hueso humano —en las mismas condiciones ambientales—, éste contiene siempre menor cantidad de estroncio que el hueso del herbívoro.

Los cambios en la dieta para un sitio específico, a través del tiempo, pueden ser registrados por medio de los cambios en los niveles de estroncio en hueso. Además, se pueden establecer dietas diferenciales en grupos particulares de una misma población. Estas diferencias dietéticas, que resultan de los distintos accesos a la carne, pueden ocurrir en individuos de sexo, edad, estatus o grupo étnico diverso (Wing *et al.*, 1979). La proporción de Sr/Ca en huesos humanos se compara con la proporción de Sr/Ca en herbívoros, y siempre es menor a 1. Cuando el resultado es muy cercano a la unidad, se deduce que

el individuo bajo estudio tenía una alimentación fundamentalmente vegetariana y casi carente de carne (Fornaciari, 1982).

Este modelo establece que la concentración de estroncio en el hueso es inversamente proporcional a la posición de un organismo en la cadena trófica. Entonces, los niveles altos de estroncio en hueso están relacionados con dietas ricas en plantas, mientras que valores bajos están asociados con el consumo de carne (Farnum, 1995).

En varias investigaciones también se ha usado al zinc como indicador de paleodieta; muchos de los ejemplos indican que la naturaleza compleja de la interacción entre el hueso y el zinc, su presencia tanto en la fase orgánica como en la inorgánica del hueso, y su incorporación al hueso regulada por agentes quelantes y proteínas (más que por dieta), no ofrecen evidencias conclusivas para usarlo como indicador paleodietético (Ezzo, 1994). Además, el uso del zinc en huesos arqueológicos —como indicador de dieta y/o condiciones de salud— presenta dos puntos de vista diametralmente opuestos: uno en el que los niveles de zinc en hueso pueden interpretarse como un reflejo de dietas altas en proteína proveniente de plantas, mientras que en el otro se refiere a un alto consumo de productos ricos en zinc, como la carne y las conchas, además de una pequeña contribución proveniente de plantas.

De igual manera se dice que existe una buena correlación entre los niveles de zinc en la dieta humana y sus concentraciones en hueso. Francalacci (1989) menciona algo similar: explica que el zinc es un indicador de la cantidad de carne en la dieta, ya que la carne tiende a presentar valores más altos que las plantas (Ezzo, 1994).

Conviene aclarar que este trabajo no incluye la discusión de los problemas relacionados con el efecto en los cambios de los procesos *post mortem* y la evaluación diagenética de los restos. Para entender la diagénesis se requiere observar otros elementos que seguramente están alterados después de la deposición. Por ejemplo, la concentración de hierro, manganeso y aluminio guardan correlación con las estructuras internas del hueso y provienen de la incorporación del suelo más que de fenómenos biológicos (Sillen, 1989). En el trabajo se presentan los resultados de algunos elementos de importancia diagenética.

LOS MATERIALES ÓSEOS ANALIZADOS

Desde 1987, el Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició un proyecto de es-

tudio de túneles artificiales bajo la antigua ciudad de Teotihuacan. Este proyecto, dirigido por Linda Manzanilla, proporcionó información sobre 30 entierros, excavados en los túneles denominados, Cueva de las Varillas y Cueva del Pirul, a algunas decenas de metros al este de la Pirámide del Sol (figura 1). Los propósitos en estas excavaciones estuvieron encaminados a ubicar los contextos ceremoniales, habitacionales y de almacenamiento en las distintas porciones de los túneles, con el fin de reconstruir el rango de actividades que se llevaron a cabo en su interior y la cronología de las secuencias de ocupación (Manzanilla, 1994; Manzanilla *et al.*, 1996).

A través de una secuencia amplia de fechamientos de radiocarbono e hidratación de obsidiana (Manzanilla *et al.*, 1996), se pudo determinar que la Cueva de las Varillas tuvo una ocupación perteneciente al periodo Mazapa (14 entierros fechados en su mayoría hacia 900-1000 dC), en donde se pusieron de manifiesto ritos a Tláloc con recién nacidos y ceremonias de resguardo de semillas en el vientre de la tierra. De este túnel se tienen: siete entierros de recién nacidos y nonatos primordialmente de época Coyotlatelco tardía (entierros 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14), dos infantiles de época tolteca (números 3 y 7) y tres adultos del periodo Mazapa (números 2, 5 y 6).

Por otro lado, la Cueva del Pirul (ubicada sólo a unos cuantos metros al norte) contuvo 15 entierros de la fase Coyotlatelco tardía, de 600 a 800 dC, en que se dispusieron grupos de infantes con los perros respectivos que los guiarían por el inframundo, así como algunos adultos sedentes y flexionados. De este túnel se tienen tres entierros de recién nacidos (números 26, 28 y 30), siete entierros infantiles (números 18, 19, 20, 21, 23, 25 y 29) y cuatro adultos y subadultos (números 15, 22, 24 y 27).

El análisis de la fauna asociada con entierros humanos es un control muy efectivo (Francalacci, 1989), por lo que se analizaron también algunos restos de herbívoros hallados en los niveles de los entierros de la Cueva de las Varillas y de la Cueva del Pirul (tablas 1 y 2).

Por último, determinamos el contenido isotópico de huesos provenientes de las excavaciones extensivas de Linda Manzanilla en Oztoyahualco 15B: N6W3, un conjunto habitacional teotihuacano de la fase Xolalpan –hacia 550 dC– (Manzanilla, 1993), y cuatro del conjunto habitacional de Teopanazgo, del momento del colapso teotihuacano, excavados también por Linda Manzanilla. Esta información fue requerida con el fin de contrastar los datos nutricionales de la gente común del Teotihuacan del horizonte Clásico con las poblaciones epiclásicas y del Posclásico temprano en el mismo sitio.

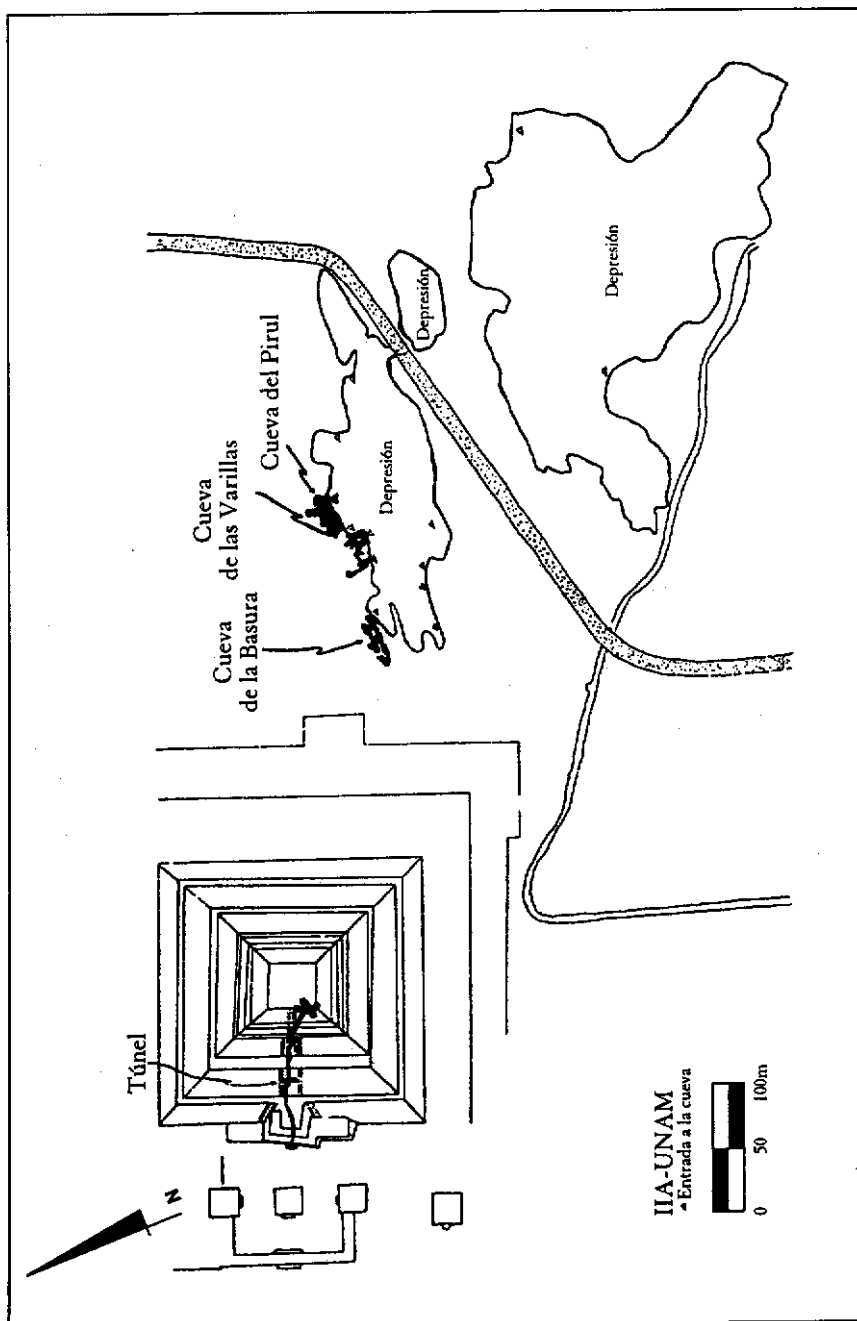


Figura 1. Ubicación de la Cueva de las Varillas y Cueva del Pirul, al este de la Pirámide del Sol en Teotihuacan.

Tabla 1
 Tabla de mediciones isotópicas de hierro, potasio, calcio, zinc y estroncio para los entierros
 de la Cueva de las Varillas y la Cueva del Pirul.

Cueva de las Varillas													
Clave	Fe	D.E.%	K	D.E.%	Ca	D.E.%	Zn	D.E.%	Sr	D.E.%	LOG Sr/Ca	LOG Zn/Ca	
Ent. 2	691.00	1.80	698.73	33.31	231780.30	0.40	91.50	6.40	431.83	3.17	-2.729764	-3.403655	
Ent. 3	1856.30	3.30	626.70	4.10	271470.10	3.00	157.30	2.10	519.00	3.60	-2.718555	-3.236993	
Ent. 5	7991.50	0.70	746.80	3.60	166794.10	0.65	156.00	2.30	661.70	4.10	-2.627390	-3.236993	
Ent. 6	3752.50	0.77	792.80	3.50	224319.70	0.43	303.50	0.21	490.90	2.90	-2.659874	-2.868709	
Ent. 7	808.70	7.50	718.20	18.70	236722.80	0.81	69.86	2.30	661.70	3.60	-2.553579	-3.530012	
Ent. 8	1580.80	1.06	730.26	3.35	310877.43	1.27	267.93	0.81	798.50	1.40	-2.590314	-3.064568	
Ent. 10	3269.06	3.02	697.46	3.21	246295.60	2.30	619.40	1.12	551.50	2.38	-2.649911	-2.599485	
Ent. 13	574.70	1.09	749.50	4.70	338453.20	1.01	176.30	2.70	1087.70	0.80	-2.492989	-3.237329	
Ent. 14	461.60	3.02	741.93	16.87	261023.73	0.62	151.13	1.36	728.16	3.53	-2.554453	-3.237329	

Cueva del Pirul													
Clave	Fe	D.E.%	K	D.E.%	Ca	D.E.%	Zn	D.E.%	Sr	D.E.%	LOG Sr/Ca	LOG Zn/Ca	
Ent. 15	14869.46	0.38	585.56	2.08	62840.03	1.19	250.50	0.55	235.60	2.89	-2.426061	-2.399429	
Ent. 18	404.46	2.96	648.30	13.60	321169.36	0.77	84.06	2.88	822.66	2.36	-2.591514	-3.582145	
Ent. 19	4384.86	0.95	611.33	8.18	195591.63	0.55	214.73	1.44	348.06	2.70	-2.749696	-2.959458	
Ent. 20	1682.03	1.25	638.03	7.94	242072.30	0.41	150.03	1.46	334.03	0.82	-2.860160	-3.207767	
Ent. 21	5980.03	1.38	559.50	4.52	200856.56	0.75	163.23	2.47	337.10	3.92	-2.775127	-3.090086	
Ent. 22	4865.83	2.71	802.46	6.44	259628.16	3.53	133.46	4.56	578.72	2.65	-2.651883	-3.289001	
Ent. 23	53.60.63	0.83	828.70	12.41	215426.01	1.39	427.50	0.89	427.93	2.32	-2.701925	-2.702362	
Ent. 24	1652.56	1.53	774.80	12.60	304949.70	1.01	144.30	1.31	817.10	2.70	-2.571953	-3.324962	
Ent. 25	1248.33	2.21	639.20	6.95	288368.63	0.71	86.20	36.20	579.33	3.50	-2.697022	-3.524441	
Ent. 26	1050.60	0.81	510.30	7.13	172400.01	1.27	198.93	2.41	390.29	2.50	-2.645150	-2.938055	
Ent. 27	2344.20	1.02	733.36	7.40	269174.70	1.12	230.66	3.48	555.64	2.53	-2.685241	-3.067062	
Ent. 28	2038.70	2.39	561.33	5.43	223846.93	1.65	196.00	6.35	461.56	2.48	-2.685723	-3.057695	
Ent. 29	2428.16	0.35	754.63	8.02	262830.90	0.86	205.63	0.90	550.83	2.87	-2.678659	-3.106590	
Ent. 30	7224.73	0.21	686.70	0.97	182408.26	0.65	256.63	5.71	371.06	2.03	-2.691600	-2.851737	

Tabla 2

Tabla de mediciones isotópicas de hierro, potasio, calcio, zinc y estroncio para los entierros de Oztoyahualco 15B-N6W3 y de los herbívoros asociados con los entierros de los túneles.

Herbívoros												
Clave	Fe	D.E.%	K	D.E.%	Ca	D.E.%	Zn	D.E.%	Sr	D.E.%	LOG Sr/Ca	LOG Zn/Ca
ACVE1	629.53	4.24	1307.73	13.96	291668.26	2.30	161.70	4.82	637.23	2.66	-2.660593	-3.256179
ACPAP1	982.60	2.26	618.20	7.18	258119.43	9.91	120.63	1.73	560.69	1.13	-2.663098	-3.330365
ACVN4	613.46	1.65	569.96	10.80	255341.26	0.56	146.56	3.00	476.38	1.06	-2.729167	-3.241106
ACVN7	693.10	3.67	602.86	2.78	244403.13	1.89	149.66	1.98	916.49	4.87	-2.425979	-3.213001
ACVN3	2975.73	0.64	755.33	4.88	258499.66	0.98	151.23	2.81	918.01	3.63	-2.449613	-3.232822

Conjunto habitacional Oztoyahualco												
Clave	Fe	D.F.%	K	D.F.%	Ca	D.F.%	Zn	D.F.%	Sr	D.E.%	LOG Sr/Ca	LOG Zn/Ca
Oztoyah	1753.23	2.18	781.46	6.67	341561.46	0.30	100.80	4.84	386.25	5.76	-2.946600	-3.530008
Ozent 6	375.10	0.90	789.96	3.84	342023.33	1.13	48.16	1.99	469.23	3.14	-2.862670	-3.851319
Ozent 7	1223.86	1.71	763.96	9.49	342063.33	0.07	66.13	1.94	415.20	6.05	-2.915849	-3.713708
Ozent 8	652.96	5.15	692.90	4.84	352556.66	1.18	110.90	5.11	364.80	3.01	-2.985174	-3.502297
Ozent 14	778.76	16.68	646.26	12.51	342540.00	1.09	112.90	15.44	374.16	5.08	-2.961654	-3.482017

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La preparación de las muestras se realizó eliminando los residuos de suelo de las paredes externas e internas de las costillas de los individuos hallados en los túneles de Teotihuacan, mediante el uso de bisturí y navaja. Se fragmentaron y trituraron en un mortero de ágata hasta obtener polvo fino. Se preparó un patrón de referencia del Organismo Internacional de Energía Atómica bajo las mismas condiciones que tenían las muestras. Se colocaron dentro de un contenedor de cloruro de polivinilo (PVC) con un soporte de Mylar; se obtuvo el peso de cada muestra y se colocó sobre la fuente de excitación, para finalmente disponerlas sobre el detector SiLi para la colección de los espectros de rayos X (figuras 2 y 3).

Cuando las muestras de hueso son excitadas con rayos X o gamma, los elementos de la muestra emiten fotones de rayos X secundarios característicos; el número e intensidad de éstos es proporcional a la concentración del elemento de interés. El sistema de excitación consistió en tres fuentes radiactivas portátiles de Fe-59, Cd-109 y Pu-238. Éstas son capaces de inducir rayos X de efecto fotoeléctrico del Ca, Fe, Sr, Zn, K y otros elementos que estén presentes en concentraciones mayores a 300 ppm.

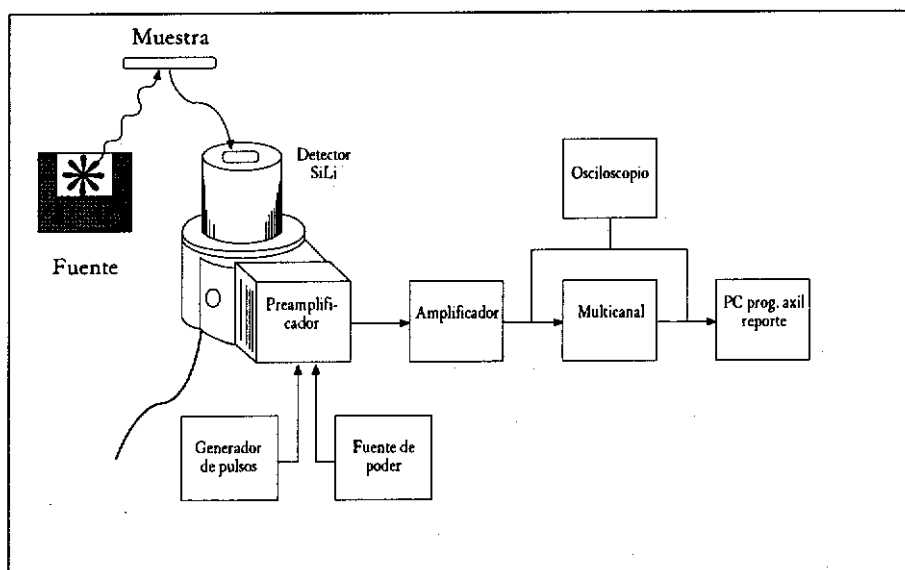


Figura 2. Gráfica del aparato usado en la medición.

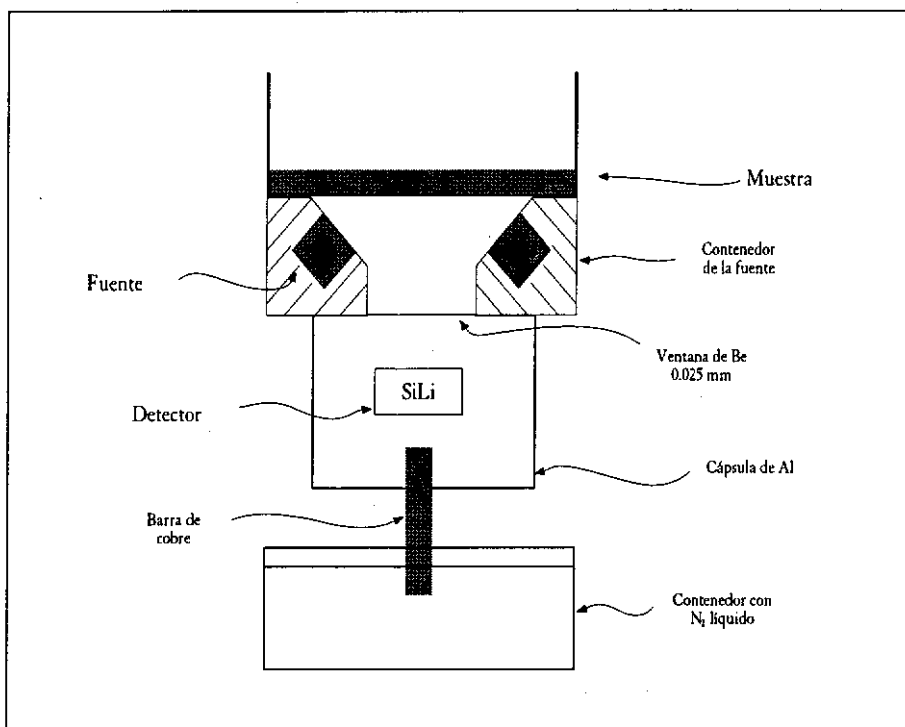


Figura 3. Gráfica del sistema muestra-fuente detector.

Se utilizó un detector de SiLi con ventana de berilio de 0.025 mm de espesor, con un área activa de 80 mm, resolución de 185 eV a 5.9 keV y enfriado con nitrógeno líquido. El análisis de los espectros se realizó con el programa AXII (Van Espen *et al.*, 1993), que determinó las áreas bajo los picos de cada elemento de una manera rápida y precisa. Los resultados obtenidos de manera simultánea en el Ca, Sr, Fe, Zn y K son el resultado de tres determinaciones independientes, con los que se calculó la media y la desviación estándar a un nivel de confianza de 95% con el programa SAX (Valdés y Jaramillo, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de determinar qué entierros podían tener un alto grado de contaminación por fenómenos de diagénesis, se hicieron determinaciones de hie-

rro y potasio. Así se determinó que el entierro 15 —de la Cueva del Pirul— estaba muy perturbado por contaminación. De ahí que su gráfica sea atípica (figura 5), por lo que lo eliminamos de la discusión.

De las gráficas del logaritmo Sr/Ca presentadas se desprenden algunas consideraciones interesantes (figuras 4 y 5). En primer lugar, es notorio el hecho de que las muestras de entierros de Oztoyahualco (ciudad de Teotihuacan del horizonte Clásico) tengan mediciones diversas con respecto a todos los entierros del momento de la caída de la ciudad, así como del Epiclásico y Posclásico temprano. Su ubicación en la parte inferior de la gráfica representa una dieta más equilibrada en relación con plantas y animales (para mediciones de otros sitios véase Burton y Price, 1990: 548).

Sin embargo, los del momento del colapso así como los del Epiclásico tienden a estar ligeramente más cargados hacia una dieta herbívora; los resultados de los huesos de conejo así lo corroboran (figura 4). Quizá podríamos tener aquí un dato independiente para aseverar que desde la caída de Teotihuacan existían condiciones de merma de recursos faunísticos en el Valle de Teotihuacan, sean debidas a una sobreexplotación en tiempos del auge de la ciudad del horizonte Clásico, o a una situación de sequía extrema y prolongada, hacia 700 dC (Metcalf *et al.*, 1989, 1991), o bien a un cambio en el patrón de explotación de recursos por los grupos epiclásicos (hecho que no explicaría los datos de Teopancazco).

Por otro lado, al graficar los entierros de los túneles posteriores a la caída de Teotihuacan, por grupos de edad (figura 5), se observa que las mediciones hechas en recién nacidos reflejan las condiciones nutricionales de sus madres, mientras que al graficar a los infantes de más de 3 ó 4 años la dieta parece incluir elementos diversos con respecto a grupos anteriores, particularmente más elementos de origen animal.

Aunque los datos del análisis que mencionaremos a continuación son de carácter preliminar, y constituyen el cuerpo de información de otro artículo, diremos que de estos mismos entierros hemos tomado muestras del primer molar y de la cresta ilíaca o de la epífisis del fémur para hacer estudios isotópicos y abordar el problema de la migración de los antiguos teotihuacanos (Price, Grupe y Schroter, 1994; Price, Johnson, Ezzo, Ericson y Burton, 1994). Este estudio se está efectuando en el Laboratory for Archaeological Chemistry and Paleodiet de la Universidad de Wisconsin-Madison, a cargo de los doctores T. Douglas Price y William Middleton.

Cuando las cifras isotópicas de estroncio procedentes del molar coinciden con las del hueso, podemos plantear una residencia de largo tiempo en un

Paleodieta en Teotihuacan

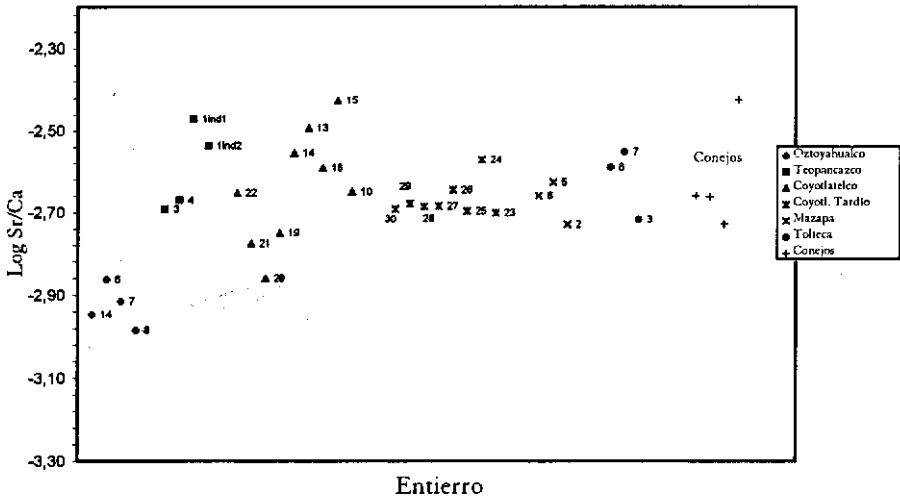


Figura 4. Gráfica que muestra el logaritmo Sr/Ca por sitio estudiado: Cueva de las Varillas, Cueva del Pirul, conejos de dichas cuevas y entierros de Oztoyahualco y Teopanacazo.

Tabla de Log Sr/Ca por grupo de edad

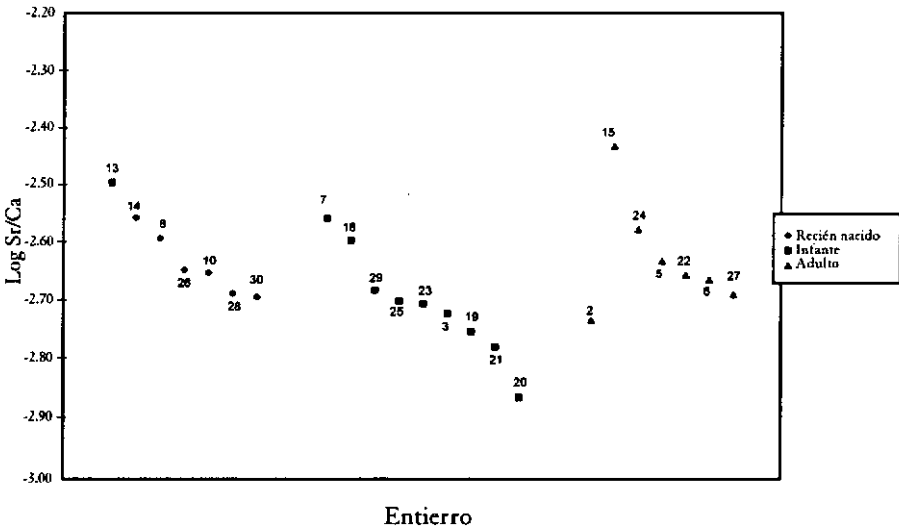


Figura 5. Gráfica del logaritmo de Sr/Ca por grupos de edad.

mismo lugar; mientras más diferencia haya entre las dos cifras, más se apoya una situación de migración reciente.

Analizamos tres entierros del Barrio de los Comerciantes de Teotihuacan proporcionados por la doctora Evelyn Childs Rattray; uno de Oztoyahualco 15B:N6W3 perteneciente a la fase Xolalpan (entierro 12) y tres de la Cueva de las Varillas de tiempos Mazapa. De los datos preliminares con que contamos hasta ahora, podemos decir que el entierro de Oztoyahualco 15B:N6W3 es un residente de largo tiempo en Teotihuacan; los individuos del Barrio de los Comerciantes son migrantes continuos; los de la Cueva de las Varillas muestran variaciones: en el entierro 2 (un adulto femenino) es local, en los entierros 3 (infante de 2 años de tiempos posclásicos) y 5 (individuo adulto, masculino, mayor de 50 años,¹ perteneciente a tiempos Mazapa) son migrantes, especialmente el entierro 5 (Price y Middleton, 1996).

El potencial de los estudios isotópicos es grande. En recientes fechas, Stuart-Williams *et al.* (1996) están haciendo estudios de isótopos de oxígeno en huesos de 64 individuos de Teotihuacan y Oaxaca del horizonte Clásico, con el fin de determinar la diagénesis y origen étnico. Así se concluye que las muestras de Teotihuacan procedentes de Tlajinga 33, Barrio de los Comerciantes, Tlamimilolpa, Templo de Quetzalcóatl y Barrio Oaxaqueño quizá representen individuos de diversos grupos étnicos (Stuart-Williams *et al.*, 1996: 13).

Así, paleodieta, migración y etnicidad, temas muy relevantes para los estudios antropológicos, pueden ser abordados con datos independientes.

Agradecimientos

El proyecto "Estudio de túneles y cuevas en Teotihuacan" agradece al Instituto de Investigaciones Nucleares la buena disposición para llevar a cabo los análisis isotópicos. Las interpretaciones surgieron de un ejercicio interdisciplinario entre arqueólogos, químicos y osteólogos.

Asimismo, fue muy importante la colaboración de los doctores T. Douglas Price y William H. Middleton, de la Universidad de Wisconsin en Madison, por los estudios isotópicos de migración.

Por otro lado, agradecemos al doctor Raúl Valadez por la determinación de las especies de fauna encontradas, a la doctora Emily McClung de Tapia y su equipo por la información de los macrorrestos botánicos, al biólogo

¹ Rocío Arrellín, comunicación personal.

Emilio Ibarra por la información polínica y a la arqueóloga Rocío Arrellín por los datos osteológicos obtenidos en Teopancazco y los túneles de Teotihuacan.

Este proyecto fue posible gracias al financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (presupuestos H1906-0060, P218CC00892832 y 400358-5-5412-S, además del 400358-5-25563H), la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM (IN214694, IN307398), el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM y la Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, Inc. (FAMSI n. 95007), así como a los permisos del Consejo de Arqueología del INAH.

Abstract: This article presents new data on strontium and zinc isotope analyses on bones from Late Coyotlatelco and Mazapa burials (A. D. 600-900) excavated by Linda Manzanilla in tunnels to the east of the Pyramid of the Sun, at Teotihuacan. In comparison with nutritional conditions before the fall of the ancient city, the inhabitants of the Valley of Teotihuacan during and after the fall depended more on botanical resources. New research on migrational studies using strontium isotopes on our samples is mentioned (samples from Oztoyalhualco 15B:N6W3, a Teotihuacan domestic compound of Xolalpan times, as well as from our post-Teotihuacan tunnels), as well as burials from the Merchant's Barrio and the Oaxaca Barrio of the ancient city. The methodology proposed by T. Douglas Price for migrational studies specifies that in those human remains in which isotope measures in bones and molars are the same, one could assume permanence in a site for a long time. If these measures differ, one could consider migration a the cause.

Keywords: Teotihuacan, Coyotlatelco, Mazapa, isotope, stronium, zinc, diet.

REFERENCIAS

BURTON, J. H. Y T. D. PRICE

- 1990 The Ratio of Barium to Strontium as a Paleodietary Indicator of Consumption of Marine Resources. *Journal of Archaeological Science*, 17: 547-557.

EZZO, A. J.

- 1994 Zinc as a Paleodietary Indicator: An Issue of Theoretical Validity in Bone-chemistry Analysis. *American Antiquity*, 59 (4): 606-621.
- 1994 Putting the Chemistry Back into Archaeological Bone Chemistry Analysis: Modeling Potential Paleodietary Indicators. *Journal of Anthropological Archaeology*, 13: 1-34.

- FARNUM, J. F., M. D. GLASCOCK, M. K. SANDFORD Y S. GERRITSEN
 1995 Trace Elements in Ancient Human Bone and Associated Soil Using NAA. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 196: 267-274.
- FORNACIARI, G. Y F. MALLEGNI
 1987 Paleonutritional Studies on Skeletal Remains of Ancient Populations from the Mediterranean Area: an Attempt to Interpretation. *Antropologische Anzeiger*, Jg., 45,4: 361-370.
- FORNACIARI, G.
 1982 Indagini paleonutrizionali su campioni di popolazione antiche del bacino del Mediterraneo. Atti del Convegno "Uomo e Agricoltura", Seminario di Scienza Antropologiche, Suppl. I: 65-73.
- FRANCALACCI, P.
 1989 Dietary Reconstruction at Arene Candide Cave (Liguria, Italy) by Means of Trace Element Analysis. *Journal of Archaeological Science*, 16: 109-124.
- GARINE, I. DE Y L. A. VARGAS
 1997 Introducción a las investigaciones antropológicas sobre alimentación y nutrición. *Cuadernos de nutrición*, 20 (3): 21-28.
- MANZANILLA, L. (ED.)
 1993 *Anatomía de un conjunto residencial teotihuacano en Oxtoyahualco*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.
- MANZANILLA, L.
 1994 Geografía sagrada e inframundo en Teotihuacan. *Antropológicas*, 11: 53-65.
- MANZANILLA, L., C. LÓPEZ Y A. C. FRETER
 1996 Dating Results from Excavations in Quarry Tunnels Behind the Pyramid of the Sun at Teotihuacan. *Ancient Mesoamerica*, Cambridge University Press, 7: 245-266.
- MARTIN, D. L. *et al.*
 1991 Chapter 3. Menu, Meal, and Midden: Reconstruction of Anasazi diet. *Black Mesa Anasazi Health: Reconstructing Life from Patterns of Dead and Disease*: 63-70. D.L. Martin *et al.*, Southern Illinois University Center for Archaeology, Occasional Papers no. 14.

METCALFE, S. E., F. A. STREET-PERROTT, R. B. BROWN, P. E. HALES, R. A. PERROT Y F. M. STEININGER

1989 Late Holocene Human Impact on Lake Basins in Central Mexico. *Geoarchaeology*, 4(2): 119-141.

METCALFE, SARAH E., F. ALAYNE STREET-PERROTT, R. ALAN PERROTT Y D. D. HARKNESS

1991 Palaeolimnology of the Upper Lerma Basin, Central Mexico: A Record of Climatic Change and Anthropogenic Disturbance Since 11 600 yr BP. *Journal of Paleolimnology*, 5: 197-218.

PRICE, T. D., G. GRUPE Y P. SCHROTR

1994 Reconstruction of Migration Patterns in the Bell Beaker Period by Stable Strontium Isotope Analysis. *Applied Geochemistry*, 9: 413-417.

PRICE, T. D., C. M. JOHNSON, J. A. EZZO, J. ERICSON Y J. H. BURTON

1994 Residential Mobility in the Prehistoric Southwest United States. A Preliminary Study Using Strontium Isotope Analysis. *Journal of Archaeological Science*, 21 (3): 315-330.

PRICE, T. D. Y W. H. MIDDLETON

1996 Preliminary Report on the Teotihuacan Strontium Isotope Study, informe preliminar. Laboratory for Archaeological Chemistry, University of Wisconsin-Madison.

SILLEN A., J. C. SEALY Y J. VAN DER MERWE

1989 Chemistry and Paleodietary Research: No More Easy Answers. *American Antiquity*, 54 (3): 504-512.

STUART WILLIAMS, H. LE Q., H. P. SCHWARCZ, C. D. WHITE Y M. W. SPENCE

1996 The Isotopic Composition and Diagenesis of Human Bone from Teotihuacan and Oaxaca, Mexico. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 126: 1-14.

SUTTON, M. Q.

1994 Indirect Evidence in Paleonutrition Studies. *The Diet and Health of Prehistoric Americans*, 22: 99-194.

VALDÉS, F. M. Y A. M. JARAMILLO

1994 *Sistema para el análisis por fluorescencia de rayos X. Manual del usuario.* Centro de Estudios al Desarrollo Nuclear, La Habana.

VAN ESPEN, P., K. JANSSENS E I. SWENTERS

1993 *Axil X-Ray Analysis Software. Users' Manual.* Canberra Packard, Benelux,
AIEA, Seiberdoff.

WING, E. Y E. BROWN

1979 *Paleonutrition.* Academic Press, Londres.