



ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

ISÓTOPOS ESTABLES, DIETA Y MOVILIDAD DE LOS POBLADORES DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL EN SANTA RITA B, VALLE DE CHAO, PERÚ

Jonathan D. Bethard

Departamento de Antropología, Universidad de Tennessee, EEUU E-mail: jbethard@utk.edu

Catherine Gaither

Departamento de Sociología, Antropología, y Ciencia del Comportamiento, Metropolitan State College of Denver,
EEUU E-mail: gaither@mscd.edu

Víctor F. Vásquez Sánchez

Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoeológicas Andinas "ARQUEOBIOS", Apartado Postal 595,
Trujillo-Perú E-mail: vivasa2401@yahoo.com

Teresa Rosales Tham

Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoeológicas Andinas "ARQUEOBIOS", Apartado Postal 595,
Trujillo-Perú E-mail: teresa1905@hotmail.com

Jonathan D. Kent

Departamento de Sociología, Antropología y Ciencia del Comportamiento, Metropolitan State College of Denver,
EEUU E-mail: kentj@mscd.edu

Resumen

El estudio de los isótopos estables de Carbono y Nitrógeno de 11 entierros humanos recuperados del Conjunto Arquitectónico 3 de Santa Rita B, que datan para el Periodo Intermedio Tardío, indican que estos individuos consumían plantas C4 en este caso maíz. Adicionalmente, los resultados $\delta^{15}\text{N}$ confirman que estos individuos consumían proteínas terrestres. El rango de los valores de Estroncio 87 con Estroncio 86 en cuatro entierros Chimú de CA3, indican que los valores fluctúan entre 0.705032 y 0.705223, valores que están comprendidos en el rango isotópico del área más cercana al valle de Chao. Por lo tanto, es obvio que estos individuos consumían alimentos de la misma zona geológica o de zonas geológicas con rangos isotópicos de estroncio similares. Estos resultados son un primer paso importante para entender el comportamiento humano en Santa Rita B, valle de Chao durante el Período Intermedio Tardío.

Palabras claves: Santa Rita B, Isótopos Estables, dieta, movilidad

Abstract

The study of stable isotopes of carbon and nitrogen of 11 human burials recovered from the Architectural Complex 3 Santa Rita B, dating back to the Late Intermediate Period, indicate that these individuals consumed C4 plants in this case corn. Additionally, the results $\delta^{15}\text{N}$ confirm that these individuals consumed terrestrial proteins. The range of values of Strontium 87 with Strontium 86 in four of CA3 Chimu burials, indicate that the values fluctuate between 0.705032 and 0.705223, values that fall within the range of isotopic area closest to the valley of Chao. Therefore, it is obvious that these individuals consumed foods in the same geological zone or geological areas with similar ranges of strontium isotopes. These results are an important first step to understanding human behavior in Santa Rita B, Chao Valley during the Late Intermediate Period.

Key words: Santa Rita B. Stable Isotopes, diet, mobility

Introducción

Los análisis de isótopos estables han sido utilizados por los arqueólogos en numerosos contextos durante las pasadas tres décadas. Durante este tiempo, los investigadores han hecho gran progreso en su interpretación para los estudios de subsistencia y paleodieta, migración, movilidad residencial y la reconstrucción paleoambiental (para un repaso de los métodos isotópicos ver Larsen 1997; Ambrose y Katzenberg 2000; Katzenberg 2000). Los análisis de los isótopos estables de los componentes orgánicos e inorgánicos del tejido humano esquelético y dental han sido presentados en varias regiones del mundo, incluso estudios para los Andes (Burger et al. 1990; Burger et al. 2003; Tomczak 2003; Finucane et al. 2006; Knudson et al. 2006). Mientras que muchos investigadores han presentado datos sobre los isótopos estables de contextos arqueológicos para sitios arqueológicos situados en los andes, pocos han presentado datos sobre sitios arqueológicos de la costa norte del Perú. Esta es una realidad sorprendente, dada la cantidad de investigaciones importantes sobre las culturas Moche, Chimú, Sican y sitios monumentales como Huacas del Sol y la Luna, El Brujo, Sipán y Chan Chan.

El trabajo presentado aquí intenta contribuir a los escasos estudios publicados sobre sitios arqueológicos de la costa norte, presentando los resultados de los isótopos estables de Carbono (C), Nitrógeno (N) y Estroncio (Sr) sobre materiales óseos humanos, del proyecto arqueológico Santa Rita B.

El sitio arqueológico Santa Rita B está ubicado en las pendientes occidentales de los Andes en el norte de Perú. Está en el parte más baja de la región central del valle de Chao, a una altura promedio de 484 msnm, aproximadamente a 25 km del Océano Pacífico. El río Chao consta de tres afluentes principales, y está ubicado al lado de uno de estos, el río Huamanzaña, donde sale de la pre-Cordillera. La posición estratégica, conocida localmente como "garganta de valle" permitía un poco de control sobre los movimientos de la gente, los bienes y los

rebaños de camélidos entre los regiones costeñas y serranas.

Ahora en su décima temporada, el Proyecto Arqueológico Santa Rita "B" está involucrado en definir la clase de ocupación humana del sitio y en investigar algunos aspectos de su historia económica, social, política e ideológica. Hemos definido los límites aproximados del sitio que incorporan un área de casi 5 km² (ca 500 ha), haciéndole uno de los sitios arqueológicos más grandes de la costa norte del Perú. El trabajo previo ha identificado y excavado algunos de los diversos corrales presentes en el sitio, junto con otras estructuras aisladas. La construcción de más de 400 recintos hechos de paredes de piedra apiladas (pirca) visibles en el sitio, se ha determinado que ha ocurrido principalmente del 1000-1650 (incluso el Periodo Intermedio Temprano, Horizonte Tardío y Colonial), mientras que los materiales culturales Moche/Gallinazo están enterrados debajo. Pequeñas cantidades de materiales Salinar y Cupisnique han sido recuperados también, sin embargo, estos materiales todavía no han sido investigados completamente.

Desde la temporada en el año 2001, hemos enfocado las excavaciones en las áreas de aparente arquitectura doméstica, las cuales corresponden a recintos o cuartos complejos que oscilan en número de 10 – 30 recintos. Uno de estos, conocido como Conjunto Arquitectónico Número 3 (CA3), es un recinto hecho de piedra que mide casi 29 m de norte a sur, por 25 m de este a oeste, y es dividido en aproximadamente 19 espacios parcialmente o completamente encerrados. Algunos depósitos arqueológicos ricos han sido recuperados de CA3 e incluyen varias clases de artefactos como cerámicas y pedazos de piedra, también algunos restos zoológicos y botánicos. Además, muchos restos de *Spondylus* (incluso valvas completas) han sido recuperados, juntos con muchos esqueletos articulados de las llamas.

En la temporada del año 2002, las excavaciones en Santa Rita B empezaron a recuperar esqueletos de restos humanos en CA3 (Figura 1). Todos los individuos fueron enterrados a 30 – 40 cm debajo de la superficie en estratos aluviales, sobrepuestos encima de

otros depósitos culturalmente derivados. Aunque un poco de saqueo ha ocurrido en CA3, la mayoría de los individuos han sido excavados de los contextos cerrados y pocos eventos post-mórtem se observan que hayan ocurrido.

Hemos determinado que los estratos superiores conteniendo los esqueletos de restos humanos, fueron depositados entre AD 1030 y

1230, basado en fechas C-14 calibradas derivadas directamente de los huesos. Esas fechas establecen un contexto claramente para el Periodo Intermedio Tardío, de donde podemos apreciar temporalmente las interacciones humanas, también la subsistencia y movilidad residencial.

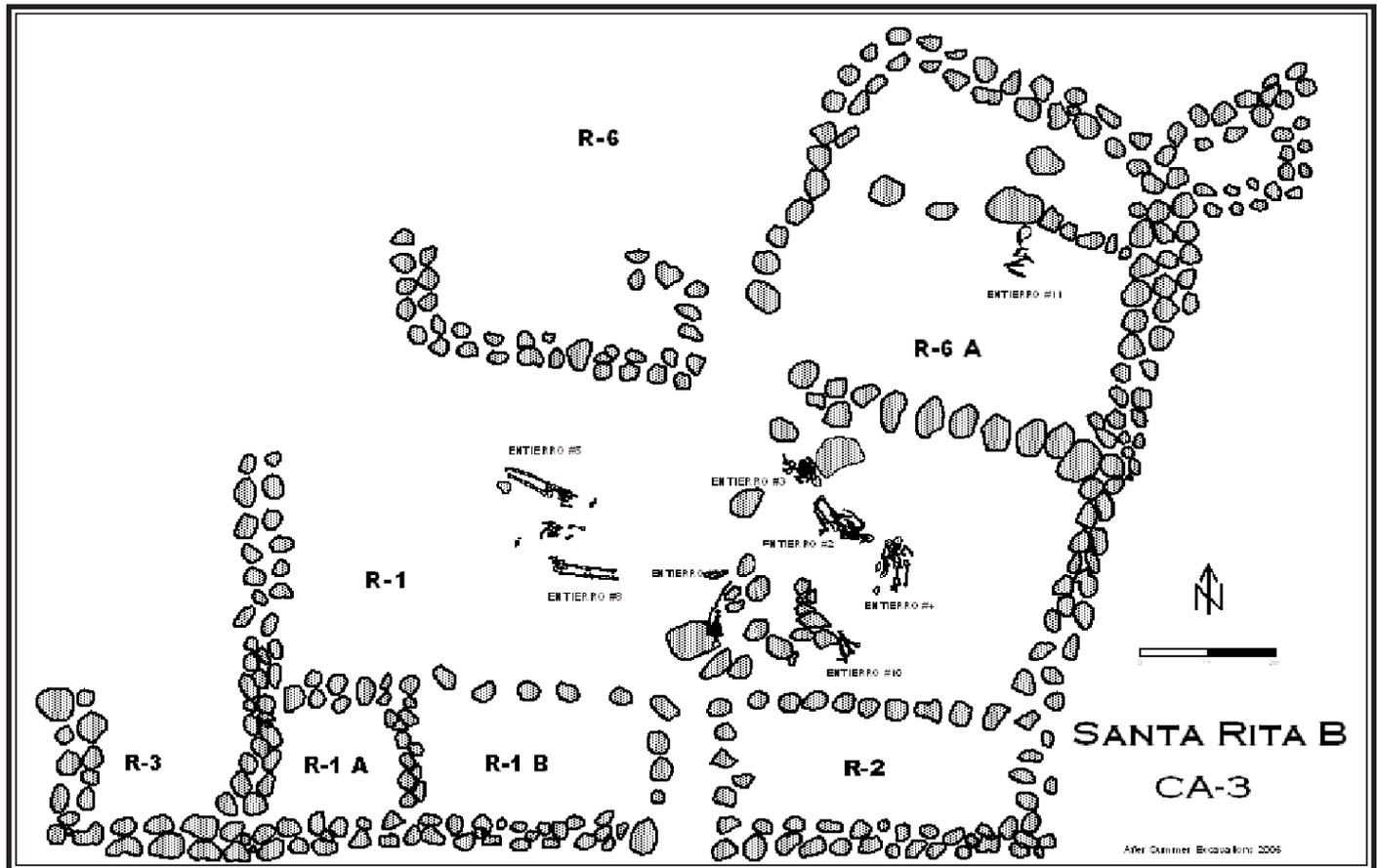


Figura 1. Mapa de CA3 mostrando una relación espacial entre los esqueletos excavados.

otros depósitos culturalmente derivados. Aunque un poco de saqueo ha ocurrido en CA3, la mayoría de los individuos han sido excavados de los contextos cerrados y pocos eventos post-mórtem se observan que hayan ocurrido.

Hemos determinado que los estratos superiores conteniendo los esqueletos de restos humanos, fueron depositados entre AD 1030 y 1230, basado en fechas C-14 calibradas derivadas directamente de los huesos. Esas fechas establecen un contexto claramente para el Periodo Intermedio Tardío, de donde podemos apreciar temporalmente las interacciones humanas, también la subsistencia y movilidad residencial.

Como se puede observar de la distribución de las edades en la Tabla 1, una mayoría de los individuos de CA3 son sub-adultos. Las conclusiones sobre la edad de la muerte son extraordinarios, cuando consideramos que 77.8% de la población recuperada no alcanzaron la madurez ósea. Como consecuencia, la determinación del género para toda la población enterrada no ha

Tabla 1. Distribución de las edades de entierros.

Entierro	Sexo	Edad
1	F	15 – 18
2	M	25 – 30
3	?	10 – 12
4	?	5 – 9
5	?	10 – 12
8	M	35 – 40
9	M?	12 – 16
10	?	8 – 10
11	?	9 – 11
TOTAL		(n=9)

sido posible usando las técnicas tradicionales de la biología ósea. Los análisis futuros de ADN antiguo del locus de amelogenina esperan clarificar esta cuestión.

Interesantemente, varios individuos de Santa Rita B muestran trauma peri-mortem (por

ejemplo, cortes y trauma de fuerza directa) y posiciones de enterramiento indicativas de la tradición pan-andino de sacrificio humano. Las figuras 2 y 3 ilustran las posiciones no típicas de los cuerpos de tres individuos que también mostraron varios tipos de trauma post-mórtem.



Figura 2. Entierro 2 *in situ*, observe la ubicación del antebrazo derecho e izquierdo.



Figura 3. Entierro 3 *in situ*, observe la posición boca abajo del cuerpo, y también la manera en que los brazos están situados.

Adicionalmente, dos individuos recuperados de CA3 representan lo que se puede considerar los entierros principales. El Entierro 4, es de un niño de 5-9 años, fue enterrado con un camélido juvenil y presentó la modificación intencional del área posterior craneal (Figura 4). No se asocia ningún trauma peri-mortem con el individuo.

El Entierro 8, un hombre adulto, fue enterrado en una posición supina extendida (Figura 5). Aunque este entierro ha sido saqueado, creemos que la posición de entierro sugiere el tratamiento diferencial en comparación con los individuos que muestran claro trauma post-mortem.

Este tipo de evidencia bioarqueológica, conjuntamente con el gran número de valvas de *Spondylus* y restos articulados de camélido, sugieren que CA3 era utilizado para actividades muy especializadas. En el contexto, surgen muchas preguntas sobre la historia vital de los individuos recuperados de CA3. Estas preguntas ante todo consisten en la utilización de recursos y la movilidad residencial en el valle de Chao durante el Periodo Intermedio Tardío. Dada la reputación que tiene la costa norte para la buena preservación arqueológica, los análisis de isótopos estables ofrecen una herramienta poderosa para dilucidar tal información.



Figura 4. Entierro 4 *in situ*, observe el camélido enterrado con el individuo.

Materiales y Métodos

Durante la temporada 2006, las muestras de tejido óseo y dental fueron obtenidas de cada individuo recuperado de CA3. Adicionalmente, seis cuyes modernos (*Cavia porcellus*) fueron obtenidos para establecer una base de datos de estroncio "local". Cuatro de los animales crecieron aproximadamente a 3.5 kilómetros del sitio y dos fueron comprados del sitio Punta Carretera, un pueblo en la parte superior del valle de Chao, donde los habitantes de los andes y el valle cambian bienes.

Los permisos de exportación fueron obtenidos del Instituto Nacional de Cultura-La Libertad y fueron enviados a los Estados Unidos para los análisis. Todas las muestras fueron preparadas y analizadas en el Laboratorio *Environmental Isotope*



Figura 5. Fotografía *in situ* de Entierro 8. Observe la posición extendida, supina de enterramiento.

Paleobiogeochemistry en la Universidad de Illinois. El colágeno de huesos fue preparado siguiendo el protocolo de Ambrose (1990), mientras el carbonato del hueso y diente fue purificado según Balasse et al. (2002). Un Espectrómetro de Masas Finnegan MAT 252 conjuntamente con un verificador elemental y un sistema de destilación criogénico (o un aparato Kiel III) fue utilizado para analizar el colágeno del hueso y bioapatita, respectivamente. La precisión analítica de la espectrometría de masas para la relación isotópica es $\pm 0.1\%$ para $\delta^{13}\text{C}$ y $\pm 0.2\%$ $\delta^{15}\text{N}$. Las muestras de colágeno de huesos fueron evaluadas por diagénesis usando nitrógeno, carbono, y porciones atómicas C:N.

El estroncio fue separado de la bioapatita purificada de humanos y de cuy, usando resina EiChrom SrSpec y analizada en un Espectrómetro de Masas Nu Plasma HR en el Departamento de Geología en la Universidad de Illinois. Los isótopos de estroncio fueron analizados para los individuos con dientes disponibles, con la esperanza de evitar partes de sus huesos que podrían estar modificados diagenéticamente.

Resultados

Se presenta los resultados de los análisis de los isótopos estables del colágeno de hueso en Tabla 2. Como se puede observar, cuatro

Tabla 2. Los isótopos estables del colágeno de los huesos.

Entierro	Hueso	wt% N	wt% C	C:N	^{15}N	Coll ^{13}C	Ap-Coll $\Delta^{13}\text{C}$
1	Temporal Bone	0.92	3.02	3.84	5.44	-15.66	7.37
2	Fémur	0.2969	1.2727	5	0.36	-21.509	15.21
3	Fémur	2.80616	8.3422	3.47	7.369	-13.063	6.69
4	Fémur	13.178	36.604	3.24	8.988	-11.772	5.05
5	Fémur	9.4674	26.564	3.27	8.02	-14.266	5
8	Fémur	5.5575	15.889	3.34	7.237	-11.092	4.87
9	Fémur	0.2232	1.2058	6.3	6.479	-19.881	13.47
10	Tibia	7.5715	21.759	3.35	7.235	-10.994	5.72
11	Fémur	0.4568	1.6344	4.17	2.055	-20.285	13.95

individuos tienen proporciones atómicas C:N que no están en la gama normal de 2.9 – 3.6; por esta razón, estos individuos van a ser excluidos de los análisis antropológicos subsecuentes. La Tabla 3 presenta las estadísticas sumarias para los cinco individuos de CA3 que produjeron el colágeno viable. Como se puede ver aquí, los valores medios de $\delta^{15}\text{N}$ es relativamente bajo y para $\delta^{13}\text{C}$ son altos.

Uno puede observar un patrón parecido de los valores altos $\delta^{13}\text{C}$ cuando los datos, de la apatita de hueso y diente son evaluados (Tabla 4).

Se debe notar que el dato de la apatita del hueso para los individuos con proporciones atómicas C:N débiles, son excluidos aquí también. Las estadísticas sumarias son presentadas al final de esta tabla.

Tabla 3. Estadísticas sumarias para el colágeno viable.

	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Ap-Coll $\Delta^{13}\text{C}$ (‰)
	7.77	-12.237	5.466
SD	0.75	1.4	0.76

Tabla 4. Los isótopos estables de la apatita de huesos y dientes.

Entierro	Hueso/diente	Ap ^{13}C
1	LI ¹	-6.355
1	LM ¹	-6.619
2	RPM ²	-7.679
2	RM ²	-6.611
3	Fémur	-6.372
3	LPM ₁	-6.816
3	LM ₂	-6.706
4	Fémur	-6.725
4	RI ²	-7.264
4	LM ₁	-7.971
5	Fémur	-9.269
8	Fémur	-6.225
9	RM ¹	-6.15
9	R _c	-6.905
10	Fémur	-5.272
11	L _c	-3.477
11	LM ¹	-3.457
	MEDIA	-7.1261
	SD	0.88

Discusión

Isótopos de Carbono y Nitrógeno

Aunque pocos investigadores han realizado estudios de isótopos estables a lo largo de la costa norte del Perú, el trabajo de Ericson et al. (1989) sirve como una buena investigación con la cual podemos comprar nuestros resultados de isótopos de carbono y nitrógeno, además que el valle de Chao es el próximo valle inmediatamente al sur de Viru.

En su investigación, Ericson et al. (1989) investigaron el desarrollo de la agricultura de maíz en el valle de Virú para el Horizonte Medio. Los investigadores encontraron que la explotación de maíz se puso generalizada desde las épocas Gallinazo hacia adelante y constó de por lo menos 40-50% de la dieta (Ericson et al. 1989:86). Además, los isótopos $\delta^{15}\text{N}$ indican que la utilización de los recursos marinos declinó gradualmente mientras los individuos se mudaron de la orilla costera al valle de Viru, porque los valores de nitrógeno costeros se extendieron de 10 a 14 ‰ mientras al interior los valores fueron de 9 a 10‰ (Schoeninger y Moore 1992).

Nuestros resultados indican que los individuos de Santa Rita B claramente consumían plantas C_4 como “maíz”. Tales resultados corroboran las expectativas de los entierros del Periodo Intermedio Tardío, como el maíz ha sido establecido como el alimento básico agrícola antes de este periodo de tiempo. Adicionalmente, los resultados $\delta^{15}\text{N}$ de Santa Rita B confirman la tendencia publicada por Ericson et al. (1989).

Como Santa Rita B está aproximadamente 25 km del océano pacífico, puede ser considerado un sitio interior. Hasta ahora, sin embargo, la única fuente de datos sobre la explotación marina ha sido derivada de restos de fauna y restos malacológicos. Aunque varias especies de peces han sido recuperadas, junto con muchas almejas *Donax*, es claro que los individuos enterrados en CA3 no consumían estas especies en cantidades suficientemente grandes para generar una dieta marina con valores de $\delta^{15}\text{N}$. Tales interpretaciones son

corroboradas al evaluar la diferencia en los valores isotópicos de la apatita y colágeno del hueso (Ap-Coll $\Delta^{13}\text{C}$), o el espacio apatita-colágeno. Varios investigadores han encontrado que los valores $>4.4\text{‰}$ del espaciado apatita-colágeno indican poblaciones que consumían extensivamente el maíz y recibían su proteína de fuentes terrestres (Ambrose y Norr 1993; Ambrose et al. 1997; Finucane et al. 2006). Los datos de individuos recuperados de CA3 tienen un espaciado medio de apatita-colágeno de 5.466, claramente indicando que estos individuos eran consumidores del maíz y de las proteínas terrestres.

Isótopos de Estroncio

Como hemos discutido previamente, varios individuos excavados de CA3 tuvieron traumas perimortem y posicionamiento del cuerpo indicando un tipo de sacrificio humano. Como tal, muchas preguntas sobre los orígenes de estos individuos han surgido. Para poder entender sobre las respuestas a estas preguntas, y también para contribuir a la literatura sobre el análisis isotópico de estroncio en los Andes, los dientes de seis individuos de CA3 fueron analizados.

Para utilizar el análisis isotópico de estroncio para los propósitos de documentar la movilidad residencial, las bases de datos locales, tienen que ser generados. Como resultado, los especialistas necesitan caracterizar la geología de la región estudiada y suplementar los datos con la fauna local, para obtener la base de datos local más extensiva (Knudson y Tung 2007; Knudson et al. 2005). Hasta ahora, pocos estudios han caracterizado los isótopos de estroncio de la costa norte del Perú, sin embargo, Petford et al. (1996) definen un área de batolito en la Cordillera Blanca (de 9-11°S) con un rango isotópico de Sr de 0.704108 a 0.705710. Mientras que estos datos son útiles, debe notarse que las muestras de este estudio están derivadas de un área al sur del valle de Chao, sin embargo, son los datos geográficamente más cercanos actualmente disponibles.

La geología del valle medio de Chao es

dominado por un derrame aluvial, junto con los afloramientos de depósitos sedimentarios e intrusivos del cretáceo. Santa Rita B está claramente ubicada en el sedimento aluvial, una realidad que hace más difícil caracterizar una base de datos locales de estroncio y por lo tanto subraya la importancia de utilizar la fauna. En esta instancia, la base de datos local del valle de

Tabla 5. Los isótopos estables del de estroncio de entierros y cuy.

Muestra	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Entierro 1	0.705179
Entierro 2	0.705046
Entierro 3	0.705032
Entierro 9	0.705223
cuy 1	0.705392
cuy 2	0.705364
cuy 3	0.70541
cuy 4	0.705367
cuy 5	0.705145
cuy 6	0.705106

Chao fue calculada como la media de los resultados de los isótopos de estroncio de cuy, con más o menos dos desviaciones típicas (Tabla 5). Usando esta metodología, el rango local para Santa Rita B es 0.705027 – 0.705567— un rango que iguala aproximadamente los resultados publicados por Petford et al. (1996).

Se puede sacar dos conclusiones del estudio de los datos de los isótopos de estroncio de los cuatro individuos con las proporciones viables de este isótopo. Primero, es obvio que estos individuos consumían alimentos de la misma zona geológica o de zonas geológicas con bases de datos de estroncio muy parecidas. Los resultados discutidos anteriormente sobre los isótopos de carbono y nitrógeno de Santa Rita B corroboran estas evidencias. Adicionalmente, parece que cada uno de los individuos involucrados en este estudio, son del área local. Los resultados indican que los individuos seleccionados para el sacrificio eran habitantes locales y no fueron traídos de otro lugar por ese propósito. Tales resultados son un primer paso importante en entender el comportamiento humano de los pobladores del Periodo Intermedio Tardío en Santa Rita B.

Mientras reconocemos que el análisis de isótopos estables de estroncio es una herramienta para investigar la movilidad residencial, es claro que es necesario más trabajo para caracterizar las bases de datos locales en la costa norte. Los sedimentos

aluviales no ayudan a clarificar la situación, también la falta de estudios sobre los isótopos de estroncio en la literatura geológica.

Finalmente, tenemos que hacer comentarios también sobre una importante observación como es el caso de los fertilizantes, porque son un factor con el cual los investigadores tienen que competir mientras coleccionan la fauna local. Que sepamos, ningún investigador ha cuantificado las consecuencias del uso de los fertilizantes en los resultados de análisis de los isótopos de estroncio en los organismos vivos.

Concluyendo, podemos remarcar que los análisis de isótopos estables es una metodología poderosa que se añade a la caja de herramientas de los arqueólogos Andinos. Somos optimistas que nuestro trabajo realizado en muestras de esqueletos humanos de Santa Rita B, ha hecho posible clarificar nuestros conocimientos usando tales técnicas. Tenemos la evidencia convincente que sugiere que los individuos de Santa Rita B eran consumidores de maíz y que dependían de las fuentes de proteína terrestre. Además, hemos aprendido que varios individuos enterrados en CA3 no eran foráneos, y eran miembros de la población local. Esperamos que nuestros resultados añadan información al conjunto de datos sobre la subsistencia y la movilidad residencial de la gente que vivían en la costa norte del Perú. Como en todas las investigaciones, los nuevos datos, muchas veces llevan a nuevas preguntas, y tenemos la obligación de investigarlas en el futuro.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a las siguientes personas e instituciones por su apoyo en este proyecto: Stanley Ambrose, Kelly Knudson, Lori Baker, Justin Glessner, e INC – La Libertad. William M. Bass Endowment patrocinó parte de este proyecto. Finalmente, gracias a Jessica Hanson por su ayuda con la traducción del manuscrito de inglés al español.

Referencias Bibliográficas

- Ambrose SH (1990): Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *Journal of Archaeological Science* 17(4):431-451.
- Ambrose SH, Norr L (1993): Experimental

- Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of Whole Diet and Dietary Protein to Those of Bone Collagen and Carbonate. In *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*, edited by J. B. Lambert and G. Grupe, pp. 1-37. Springer-Verlag, Berlin.
- Ambrose SH, Butler BM, Hanson DB, Hunter RL, Krueger HW (1997): Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology* 104(3):343-361.
- Ambrose SH, Katzenberg MA (2000): *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis*. 5. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Balasse M, Ambrose SH, Smith AB, Price TD (2000): The Seasonal Mobility Model for Prehistoric Herders in the South-western Cape of South Africa Assessed by Isotopic Analysis of Sheep Tooth Enamel. *Journal of Archaeological Science* 29(9):917-932.
- Burger RL, Lee-Thorp JA, van der Merwe NJ (1990): Maize and the origin of highland Chavín civilization: an isotopic perspective. *American Anthropologist* 92(1):85-95.
- Burger RL, Lee-Thorp JA, van der Merwe NJ (2003): Rite and Crop in the Inca State Revisited: An isotopic perspective from Machu Picchu and Beyond. In *The 1912 Yale Peruvian Scientific Expedition Collections from Machu Picchu: Human and Animal Remains*, edited by R. L. Burger and L. C. Salazar, pp. 119-138. vol. 85. Peabody Museum of Natural History, New Haven, CT.
- Ericson, J., M. West, C. H. Sullivan and H. W. Krueger (1989): The development of maize agriculture in the Viru Valley of Peru. In *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*, edited by T. D. Price, pp. 68-104. Cambridge University Press, Cambridge.
- Finucane B, Agurto PM, Isbell WH (2006): Human and animal diet at Chonchopata, Peru: stable isotope evidence for maize agriculture and animal management practices during the Middle Horizon. *Journal of Archaeological Science* 33:1766-1776.
- Katzenberg MA (2000): Stable Isotope Analysis: A Tool for Studying Past Diet, Demography, and Life History. In *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, edited by M. A. Katzenberg and S. R. Saunders. vol. 305-328. Wiley-Liss, New York.
- Knudson KJ, Tung TA (2007): Using Archaeological Chemistry to Investigate the Geographic Origin of Trophy Heads in the Central Andes. In *Archaeological Chemistry: Analytical Techniques and Archaeological Interpretation*, edited by M. Glascock, R.J. Speakman, and R. Popelka-Filcoff, pp. 99-113. American Chemical Society: Washington, D.C.
- Knudson KJ, Aufderheide AE, Buikstra J (2006): Seasonality and paleodiet in *the Chiribaya polity of southern Peru*. *Journal of Archaeological Science* 34(3):451-462
- Knudson, K. J., T. A. Tung, K. C. Nystrom, T. D. Price and P. D. Fullagar (2005): The origin of the Juch'uypampa Cave mummies: strontium isotope analysis of archaeological human remains from Bolivia. *Journal of Archaeological Science* 32(6):903-913.
- Larsen CS (1997): Isotopic and elemental signatures of diet and nutrition. In *Bioarchaeology: Interpreting behavior from the human skeleton*, pp. 270-301. Cambridge University Press, Cambridge.
- Petford N, Atherton M, Halliday A (1996): Rapid magma production rates, underplating and remelting in the Andes: isotopic evidence from northern-central Peru (9-11°S). *Journal of South American Earth Sciences*, 9(1/2):69-78.
- Schoeninger MJ, Moore K (1992) Bone Stable Isotope Studies in Archaeology. *Journal of World Prehistory* 6(2):247-296.
- Tomczak PD (2003): Prehistoric diet and socioeconomic relationships within the Osmore Valley of southern Peru. *Journal of Anthropological Archaeology* 22(3):262-278.