



# DIETAS DE LOS LACTANTES Y LAS MADRES EN CONCHOPATA: UN ESTUDIO DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y OXÍGENO

## *DIETS OF INFANTS AND MOTHERS FROM CONCHOPATA: A STUDY OF STABLE CARBON AND OXYGEN ISOTOPES*

*Tiffany A. Tung<sup>1</sup>, Anna Fancher Whittemore<sup>2</sup> y Thomas J. Snyder<sup>3</sup>*

El estudio de la dieta en lactantes es importante para la comprensión de la economía política, las prácticas de producción de alimentos y las ideas culturales respecto a alimentación apropiada. En este estudio, se presenta un análisis de los valores de isótopos estables de carbono y oxígeno a través de dentales del sitio arqueológico de Conchopata. Conchopata se ubica en la ciudad actual de Ayacucho, Perú, y fue ocupado en el periodo Intermedio Temprano (1 - 600 DC) y el Horizonte Medio (600 - 1000 DC), y era la ciudad secundaria en la zona central del Imperio wari, a solo 10 km de distancia de la ciudad capital de Huarí. Se utilizan conjuntamente isótopos de carbono y oxígeno para estimar la composición dietética y la fuente de agua bebestible de los individuos de Conchopata en su niñez. Finalmente, se establece que los niños es probable que comieran un gran volumen de maíz y compartieran fuentes de agua similares. La excepción es la mujer que amamantó al lactante de Espacio 205; los datos de isótopos de carbono indicaron que tenía menos maíz en su dieta y puede que haya consumido agua de una fuente diferente. Este hecho sugiere la posibilidad de que se tratara de una migrante u ocupara una identidad social de carácter distinto.

**Palabras claves:** isótopos estables, niños, identidad social.

*The study of diet in infants and young children is important for our understanding of political economy, food production practices, and cultural ideas regarding what is acceptable to eat. In this study, we present an analysis of dental carbon and oxygen stable isotope values from the archaeological site of Conchopata. Conchopata, located in the present-day city of Ayacucho, Peru, was inhabited in the Early Intermediate Period (1 - 600 AD) and the Middle Horizon (600 - 1000 AD), and was the secondary city in the heartland of the Wari Empire, just 10 km south of the capital city of Huarí. Using carbon and oxygen isotopes, we are able to estimate the dietary composition and water source of the individuals from Conchopata as children. Ultimately, we find that children were likely eating a large volume of maize and shared similar water sources. The exception is the woman who breastfed the infant from Space 205; the carbon isotope data suggests that this individual had less maize in their diet and may have consumed water from a different source. This suggests that this individual may have been a migrant or embodied a social identity distinct from the other individuals sampled in this study.*

**Keywords:** *Stable isotopes, children, social identity.*

### **Investigación de la Dieta y la Residencia Infantil en Conchopata**

El estudio de la dieta en lactantes y niños pequeños puede ayudar a comprender mejor la economía política, las prácticas de producción de alimentos y las ideas culturales con respecto a lo que es apropiado comer para determinados rangos etarios de personas. En este sentido, empleamos el análisis de isótopos estables de carbono con el fin de reconstruir la dieta de la madre y la dieta inicial del lactante, sobre todo en lo relativo al consumo de alimentos vegetales. Puesto

que este análisis se centra en los dientes deciduos -y las coronas oclusales de algunos dientes se forman en el útero, mientras que el resto se forma durante los años iniciales de la primera infancia-, documentamos indirectamente la dieta de la mujer embarazada y también la dieta del lactante/niño y de la mujer que lo amamantó (la mujer lactante puede ser la madre biológica o cualquier otra mujer [o mujeres] de la comunidad que pueda proporcionar leche materna).

Asimismo, examinamos las proporciones de isótopos estables de oxígeno en los dientes deciduos, las cuales dan pistas sobre si el lactante y la mujer

<sup>1</sup> Department of Anthropology, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA. [t.tung@vanderbilt.edu](mailto:t.tung@vanderbilt.edu), ORCID ID: 0000-0001-9869-3842

<sup>2</sup> Department of Anthropology, Cornell University, Ithaca, NY, USA. [afw53@cornell.edu](mailto:afw53@cornell.edu) ORCID ID: 0000-0002-1105-5520

<sup>3</sup> Department of Anthropology, Evolutionary Wing, University of California, Davis, Davis, CA, USA. [tjsnyder@ucdavis.edu](mailto:tjsnyder@ucdavis.edu), ORCID ID 0000-0003-3511-7287

Recibido: diciembre 2023. Aceptado: octubre 2024.

<http://dx.doi.org/10.4067/s0717-735620240050001002>. Publicado en línea: 3-noviembre-2024.

embarazada/lactante proceden o no de la región donde se enterró al niño. Esto es importante para analizar si las diferencias detectadas en la dieta guardan relación con los diferentes lugares de origen o con la distribución/preferencias diferenciales de los recursos alimentarios de quienes vivían en la misma comunidad. Teniendo en cuenta los entornos compartidos para la producción y adquisición de alimentos, las personas de una misma zona pueden tener dietas muy similares. Si varían considerablemente, entonces vale la pena investigar cuáles factores contribuyen a las diferencias en los patrones de consumo de alimentos.

El sitio de Conchopata se encuentra en la cuenca de Ayacucho, en la sierra central del Perú (Figura 1), y fue ocupado durante el periodo Intermedio Temprano (1 - 600 DC) y el Horizonte Medio (600 - 1000/1100 DC). Conchopata era la ciudad secundaria en la zona central de Wari, situada a solo 10 km al sur de la capital wari de Huarí. Conchopata era un sitio que contenía espacios domésticos y rituales y en el que se producía cerámica. Las familias enterraban a sus muertos debajo del piso de las casas en tumbas subterráneas tipo cista y a veces en mausoleos más elaborados (Isbell 2004; Tung y Cook 2006). Las tumbas habían sido saqueadas en tiempos prehispánicos, coloniales y modernos, por lo que muchos de los restos humanos están mezclados. No obstante, con las excavaciones realizadas por José Ochotoma y Martha Cabrera y sus estudiantes, así como las de William Isbell y Anita Cook y sus estudiantes, se recuperaron más de 300 esqueletos humanos, en su mayoría incompletos y mezclados. Algunos contextos funerarios obtuvieron fechas de radiocarbono que pertenecen a la época Huarpa, pero todos los espacios arquitectónicos (EA) que serán discutidos aquí han sido asignados al Horizonte Medio Tardío (ca. 800 - 1000 DC) por su fecha de radiocarbono, posición estratigráfica o asociaciones cerámicas (Ketteman 2002; Tung 2003).

El presente estudio representa la primera investigación que trata específicamente de la dieta de infantes y mujeres lactantes en Conchopata. Investigaciones antecedentes indican que la dieta en Conchopata estaba dominada por el maíz, así como los otros sitios prehispánicos de la cuenca de Ayacucho en tiempos pre-Wari y Wari (Finucane 2009; Finucane et al. 2006). Es probable que este recurso, por lo menos en algunas ocasiones, fuera consumido en la forma de *chicha*. Vasijas para la preparación, almacenamiento y servicio de esta bebida dominan las ofrendas cerámicas en los espacios de forma D (Cook 1984), y algunos entierros incluyeron

ofrendas funerarias de estas vasijas (Isbell y Groleau 2010). Estudios del estroncio y ADN establecieron la presencia de individuos no locales en la población enterrados en Conchopata -los que vivieron en el sitio y los que llegaron como cabezas trofeos-, y el presente estudio extiende la investigación de este tema (Tung y Knudson 2010, 2011).

En las últimas cuatro décadas, el análisis químico de isótopos estables en tejidos humanos y animales ha revolucionado el estudio de la dieta y la movilidad en la antigüedad (Britton 2017). Los isótopos son variantes de un elemento que tienen el mismo número de protones y electrones, pero diferente número de neutrones y, por ende, diferentes masas atómicas. Generalmente, varios isótopos de un elemento se dan de forma natural, como por ejemplo el  $^{14}\text{C}$ , el  $^{13}\text{C}$  y el  $^{12}\text{C}$ , y varían en el entorno según factores como la hidrología y la geología. A medida que los organismos metabolizan los nutrientes de su entorno, incorporan estos isótopos a sus tejidos mediante procesos biológicos conocidos. El fraccionamiento, o la separación de diferentes isótopos debido a las diferencias de masa atómica, se puede producir durante procesos naturales como la precipitación o la digestión o procesos culturales como la ebullición del agua. Sin embargo, en cuanto son incorporados a un organismo, los isótopos estables como el  $^{13}\text{C}$  y el  $^{12}\text{C}$  no se descomponen con el tiempo y esto permite que se mantenga un registro químico de los recursos dietéticos y ambientales que persiste durante cientos de miles de años. Las proporciones de isótopos estables se dan en partes por mil (‰) respecto a la proporción de un material de referencia estándar, que se expresa como “valor delta” (p.ej.,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ).

En los años setenta y ochenta, los arqueólogos se percataron por primera vez del valor de los estudios de isótopos estables con el fin de reconstruir dietas y entornos antiguos y en las décadas posteriores los estudios han proliferado (Britton 2017; Schoeninger et al. 1983; Vogel y Van der Merwe 1977). En este estudio se examinan los carbonatos en el esmalte dental, un material biológico que resulta especialmente útil para el análisis de isótopos estables, ya que se compone casi en su totalidad de hidroxiapatita, el componente mineral (inorgánico) de tejidos óseos. Esta estructura se conserva bien en entornos arqueológicos y es relativamente resistente a la contaminación del suelo circundante. Además, la velocidad a la que se forma el esmalte dental durante el desarrollo fetal y la niñez está bien establecida y, a diferencia del hueso, no se remodela a lo largo de la vida. Esto



Figura 1. Mapa del Perú y la ubicación del sitio de Conchopata.

The map of Peru and the location of the site of Conchopata.

permite a los investigadores documentar las dietas de los individuos durante periodos específicos del desarrollo biológico. En este estudio examinamos los dientes deciduos, que se forman parcialmente mientras el feto está todavía en el útero y el resto de la corona de esmalte lo hace en los años iniciales de la primera infancia, probablemente durante el periodo en que el lactante está siendo amamantado (Hillson 1996:124). De este modo, los datos isotópicos obtenidos de los dientes deciduos también reflejan la dieta de las mujeres gestantes y lactantes.

Desde el trabajo de Hastorf (1991), el análisis de isótopos estables de carbono se ha convertido en un componente básico de los estudios paleodietéticos en bioarqueología. En particular, el examen a la relación entre  $^{13}\text{C}$  y  $^{12}\text{C}$  (en comparación con un estándar y expresado como  $\delta^{13}\text{C}$ ) en los carbonatos dentales humanos es una forma confiable de investigar la dieta infantil y las prácticas de lactancia materna (Balasse 2002; Velasco y Tung 2021; Wright y Schwarcz 1998, 1999).

En los tejidos vegetales, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  están determinados en gran medida por distintas vías fotosintéticas (Hatch et al. 1967). Existen tres tipos distintos de plantas terrestres relevantes para el análisis de isótopos estables de tejidos humanos antiguos: plantas de  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  y CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas) (Calvin y Benson 1948; Ranson y Thomas 1960). Las plantas  $\text{C}_3$  tienen valores de  $\delta^{13}\text{C}$  más bajos (alrededor de  $-26,5\%$ ), las  $\text{C}_4$  tienen valores más altos (alrededor de  $-12,5\%$ ), y las plantas CAM generalmente producen valores entre los dos (Chisholm et al. 1982; Tykot 2004). Afortunadamente para este proyecto, el maíz es una de las pocas plantas  $\text{C}_4$  en los Andes, junto con el amaranto (Cadwallader et al. 2012). Por lo tanto, un alto índice de  $\delta^{13}\text{C}$  es consistente con un alto consumo de maíz o amaranto. Debido a que el maíz se recupera a menudo en los sitios wari, suponemos que una señal de carbonato consistente con el consumo de plantas  $\text{C}_4$  probablemente indica consumo de maíz, al tiempo que reconocemos que otros restos de plantas  $\text{C}_4$  que no se conservan bien también podrían haber sido parte de la dieta (Sayre y Whitehead 2017; Sayre et al. 2012).

Estudios experimentales en animales demuestran que la proteína de la dieta se dirige preferentemente al colágeno, mientras que la hidroxiapatita refleja con mayor precisión la composición de toda la dieta (Ambrose y Norr 1993; Jim et al. 2004; Kellner y Schoeninger 2007). Además, como el esmalte dental se forma solo durante la infancia y no se remodela a lo

largo de la vida, el  $\delta^{13}\text{C}$  obtenido de la hidroxiapatita del esmalte permite a los arqueólogos reconstruir la dieta infantil (Tung et al. 2016; Wright y Schwarcz 1998). Debido al proceso de fraccionamiento, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de la apatita dental de los consumidores humanos serán aproximadamente  $10\%$  más altos que los de los tejidos vegetales consumidos (Lee-Thorp et al. 1989; Tykot 2004).

La proporción de  $^{18}\text{O}$  a  $^{16}\text{O}$  (representada como  $\delta^{18}\text{O}$ ) dota a los arqueólogos de un instrumento práctico para investigar varias cuestiones concernientes a las antiguas poblaciones humanas. Los isótopos de oxígeno que se obtienen de muestras de testigos de hielo se usan con frecuencia como indicadores ambientales y proporcionan un registro de las condiciones climáticas prehistóricas en los Andes y más allá (Johnsen et al. 1972; Thompson et al. 1992). Los arqueólogos utilizan el análisis de isótopos de oxígeno para ahondar en cuestiones relativas a la movilidad, las prácticas de destete y las prácticas dietéticas (Bryant et al. 1996; Eerkens et al. 2014; Tung et al. 2016; Wright y Schwarcz 1999). En las moléculas de agua de la naturaleza ( $\text{H}_2\text{O}$ ) suelen encontrarse dos isótopos estables de oxígeno, el  $^{18}\text{O}$  y el  $^{16}\text{O}$ . Las moléculas de agua que contienen el isótopo más ligero se evaporan con más facilidad; en cambio, las moléculas de agua que están compuestas por el isótopo más pesado se condensan más fácilmente (Craig 1961; Dansgaard 1964). Esta correspondencia da lugar a una relación predecible entre el entorno y el  $\delta^{18}\text{O}$  de las moléculas de agua. Por lo general,  $\delta^{18}\text{O}$  aumenta con la altitud, la distancia de la costa y la disminución de la temperatura (Knudson 2009; Pederzani y Britton 2019).

El  $\delta^{18}\text{O}$  del tejido orgánico refleja el distintivo del agua bebestible local ingerida (Longinelli 1984; Sponheimer y Lee-Thorp 1999). Esto hace posible que los arqueólogos utilicen la señal  $\delta^{18}\text{O}$  que se encuentra en los restos humanos como una forma de rastrear la movilidad en las poblaciones antiguas. La larga historia de la investigación bioarqueológica en los Andes ha dado lugar al desarrollo de varios isoespacios de oxígeno, los cuales son útiles para determinar qué señales  $\delta^{18}\text{O}$  se correlacionan con cada región (Knudson 2009; Zimmer-Dauphinee et al. 2020). Porque el esmalte dental resulta especialmente resistente a la contaminación diagenética y se desarrolla durante la primera y la última etapa de la niñez en los seres humanos, mantiene con precisión un registro de  $\delta^{18}\text{O}$  durante la adolescencia y ofrece una visión sobre la movilidad y el destete en la niñez (Iacumin et al. 1996).

Sin embargo, una serie de factores pueden complicar la relación entre el  $\delta^{18}\text{O}$  y el entorno. Para los bioarqueólogos, hay dos factores de particular interés: el destete y la ebullición del agua antes de la ingestión. Diversos estudios han descubierto que la leche materna es enriquecida en  $\delta^{18}\text{O}$ ; por lo tanto, la muestra del  $\delta^{18}\text{O}$  humano extraída del tejido que se formó durante el destete tendrá valores elevados de  $\delta^{18}\text{O}$  si se compara con el agua potable local (Wright y Schwarcz 1998, 1999). El hecho de hervir el agua antes de ingerirla también enriquecerá el  $\delta^{18}\text{O}$ , ya que las moléculas de agua formadas por el isótopo más ligero serán más propensas a evaporarse, alterando así la señal  $\delta^{18}\text{O}$  en comparación con el agua meteórica. Esto puede ser problemático en los estudios de isótopos estables de los Andes, donde son populares bebidas como la *chicha* (un tipo de cerveza de maíz fermentada). De hecho, los estudios arqueológicos experimentales han demostrado que el proceso de elaboración de la *chicha* altera la señal  $\delta^{18}\text{O}$  del agua (Gagnon y Juengst 2019; Gagnon et al. 2015). Además, el agua no permanece estática en el terreno: se mueve y fluye entre zonas altitudinales,

lo que complica la relación entre el  $\delta^{18}\text{O}$  de las aguas meteóricas y el  $\delta^{18}\text{O}$  de las fuentes de agua potable, como los ríos y los acuíferos (Knudson 2009; Milton et al. 2022). En el caso de Conchopata, el agua consumida más probable provendría de pozos para la recolección de precipitación y/o el Río Totorillas, que fluye por una quebrada aproximadamente 200 metros al oeste del sitio.

### Materiales y Métodos

En este estudio isotópico se examinaron nueve lactantes/niños. Entre esos nueve menores, seleccionamos 18 dientes para analizarlos (Figura 2). Seis muestras posiblemente duplican unas fases de desarrollo en ciertos individuos -por ejemplo, dos molares deciduos primeros de una tumba que contenía restos mezclados y fragmentario y estas muestras fueron excluidas del análisis estadístico. Un diente fue un incisivo deciduo primero (di1), que se forma en el útero y en las primeras seis semanas después del parto; siete corresponden a molares deciduos primeros (dm1), que se forman en el útero y los



Figura 2. Mandíbula con dientes del Entierro 98. El molar deciduo 2 fue analizado.

*The mandible and teeth of Burial 98. The second deciduous molar was analyzed.*

primeros seis meses después del parto; y diez son molares deciduos segundos (dm2), que se forman en el útero y durante los primeros once meses después del parto (Hillson 1996:124). Uno de los dientes dm2 estaba bien conservado y tenía la altura completa de

la corona de esmalte, así que pudimos obtener dos líneas de polvo de esmalte: una cerca de la superficie oclusal y la otra cerca de la unión cemento-esmalte. De este modo, obtuvimos un total de 19 muestras de polvo de esmalte de esos 18 dientes (Tabla 1).

Tabla 1. Las muestras analizadas por el estudio de isótopos.  
*Samples analyzed for isotope analysis.*

BSIRL Code	EA	Locus	Entierro	Edad	Diente	Lado	Mxa o Mdb	Porción del diente	Método	$\delta^{13}\text{C}$ VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ VPDB
565	88	3103	85	45 años	dm2c	D	Mx	BULK	Mortero/maja	-3,1	-8,0
2848	88	3103	85	4-5 años	dm2*	I	Mx	BULK	Taladrar	-3,3	-8,2
3065	88	3103	84	Newborn	di1d	I	Mx	BULK	Mortero/maja	-6,0	-7,8
2699	88	3113	86A	3-6 meses	dm2*	I	Mx	BULK	Mortero/maja	-4,1	-7,3
2582	88	3113	86A	3-6 meses	dm2	D	Mx	BULK	Taladrar	-4,4	-7,1
622	147	2911	N/A	24-30 meses	dm1e	D	Md	BULK	Taladrar	-3,9	-7,5
2856	179	3207	N/A	12-24 meses	dm2	?	Mx	BULK	Taladrar	-3,1	-7,2
3067	179	3207	98	6-10 años	dm2	I	Md	BULK	Mortero/maja	-4,7	-8,1
2588	205	3521	105	12-18 meses	dm1	I	Mx	BULK	Taladrar	-7,1	-6,1
2739	205	3521	105	12-18 meses	dm2	D	Mx	OCC	Taladrar	-7,3	-6,1
2740	205	3521	105	12-18 meses	dm2	D	Mx	CEJ	Taladrar	-6,9	-5,6
2700	205	3554	106	9-18 meses	dm2	D	Md	BULK	Mortero/maja	-2,8	-7,5
3066	205	3554	106	9-18 meses	dm1	I	Md	BULK	Mortero/maja	-3,9	-7,6
2697	151	2856	44,2	6-9 meses	dm1	D	Mx	BULK	Taladrar	-3,2	-7,3
2587	151	2856	44,2	6-9 meses	dm1*	I	Mx	BULK	Taladrar	-3,2	-7,1
2583	151	2856	44,2	6-9 meses	dm2	D	Mx	BULK	Taladrar	-4,0	-7,5
2701	151	2856	44,2	6-9 meses	dm1*	D	Md	BULK	Taladrar	-3,2	-7,6
2698	151	2856	44,2	6-9 meses	dm1*	I	Md	BULK	Taladrar	-3,2	-7,3
2585	151	2856	44,2	6-9 meses	dm2*	I	Md	BULK	Taladrar	-3,9	-7,2

a Maxilar; b Mandíbular; c Molar deciduo segundo; d Incisivo deciduo primero; e Molar deciduo primero. \*Excluido de estadísticas de resumen por posible duplicación de fase de desarrollo.

Las muestras dentales se enjuagaron en agua ultrapura y las superficies de los dientes se rasparon antes de acumular el esmalte para el análisis isotópico. Se usó un taladro Dremel para perforar las muestras dentales y se limpiaron las puntas de diamante y la herramienta Dremel con lejía entre cada muestra. Si la altura de la corona de esmalte era suficiente, se perforaban dos líneas en el diente: una cerca de la unión cemento-esmalte y otra cerca de la superficie

oclusal. Si, por el contrario, la muestra dental era demasiado pequeña, solo se tomaba una muestra. Cinco de las 19 muestras dentales resultaron demasiado pequeñas o frágiles para perforarlas y acumular el polvo de esmalte; por consiguiente, esas muestras fueron molidas en un mortero de ágata después de perforar la dentina para así garantizar que solo hubiera esmalte. Luego se remojaron todas las muestras de polvo de esmalte en peróxido de hidrógeno al 30% y se

mezclaron en un vórtex para eliminar los contaminantes orgánicos. Las muestras fueron remojadas durante unas 48 horas o hasta que dejaron de burbujear y luego se enjuagaron en agua ultrapura. Después se remojaron en ácido acético 0,1M ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) para eliminar los carbonatos exógenos y se enjuagaron en agua ultrapura. A continuación se aplicó metanol, se centrifugaron las muestras y se enjuagaron de inmediato. Todas las preparaciones químicas del esmalte se llevaron a cabo en el BSIRL (Bioarchaeology & Stable Isotope Research Lab) de Vanderbilt University y el análisis posterior se realizó en la Yale Analytic Stable Isotope Facility en un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas Thermo MAT 253 con el dispositivo de carbonato

KIEL IV. La replicabilidad a largo plazo es de  $+0,2\%$  para  $\delta^{13}\text{C}$  y de  $+0,2\%$  para  $\delta^{18}\text{O}$ . Las proporciones de isótopos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y las proporciones de isótopos estables de oxígeno ( $\delta^{18}\text{O}$ ) se indican en relación con la escala VPDB (Vienna PeeDee Belemnite).

## Resultados

No fue observada una correlación positiva entre el  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  en las 19 muestras (Figura 3), que puede indicar contaminación por carbonatos exógenos en la tierra de enterramiento (Lambert et al. 2012; Pezo-Lanfranco et al. 2018), aunque había una correlación negativa ( $r^2 = 0,5$ ;  $p < 0,01$ ).

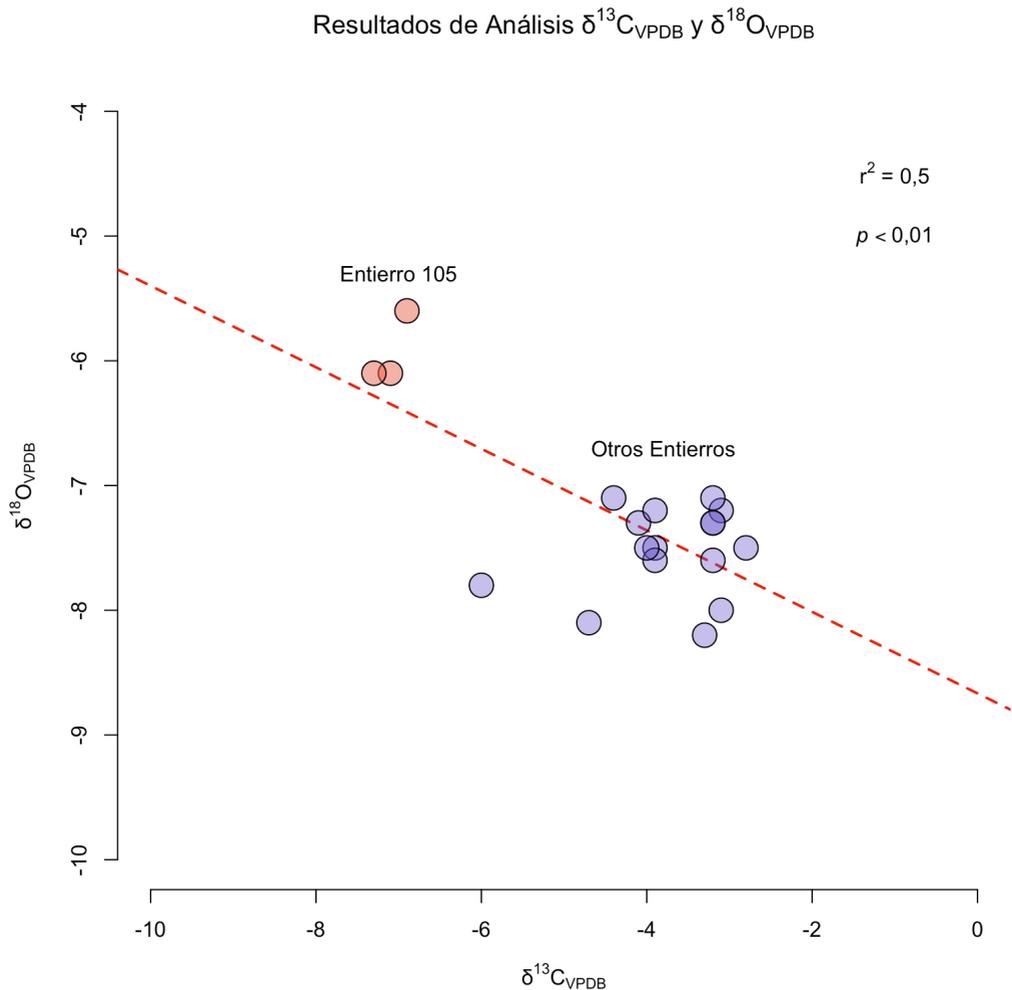


Figura 3. Diagrama de dispersión de carbono y oxígeno en las muestras analizadas. Los círculos rojos representan muestras del Entierro 105, y los círculos azules representan muestras de todos los demás entierros.

*Scatterplot of carbon and oxygen the analyzed samples. The red circles are represent sample from Entierro 105, and the blue circles represent samples from all other burials.*

Los resultados completos son presentados en la Tabla 1. Entre las 12 muestras de carbonato dental que fueron usadas para generar estadísticas de resumen, el promedio  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} = -4,4\%$  (D.S. = 1,65) con un rango de  $-7,1\%$  a  $-2,8\%$ . El promedio  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} = -7,2\%$  (D.S. = 0,65), con un rango de  $-8,1\%$  a  $-5,9\%$  (Tabla 2). El esmalte del dm1 se forma antes que el del dm2 -aunque en los meses posteriores a la gestación y meses iniciales de lactancia ambos se están formando-, por lo que indicamos los valores medios de isótopos estables para cada tipo de diente a fin de evaluar si se produjo algún cambio importante en la dieta entre las dos etapas de formación del esmalte (Tabla 3). El promedio  $\delta^{13}\text{C}$  de dm1 (n=4) es  $-4,5\%$  y el de dm2 (n=7) es  $-4,2\%$ . En el caso del  $\delta^{18}\text{O}$ , dm1 =  $-7,1\%$  y dm2 =  $-7,3\%$ .

Tabla 2. Promedio, desviación estándar (D.S.) y rango de valores de los datos de isótopos estables (VPDB) para los niños enterrados en el sitio de Conchopata (N = 13 muestras de esmalte de los dientes). Excluye posibles duplicaciones y usa un promedio para valores múltiples del mismo diente.

*Mean, standard deviation (S.D.) and range of values of stable isotope data (VPDB) for children buried at the Conchopata site (N = 12 tooth enamel samples, excluding potential duplicates and averaging multiple samples from the same tooth).*

	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)
Promedio	-4,4	-7,2
D.S.	1,5	0,65
Mín	-7,1	-8,1
Max	-2,8	-5,9

Tabla 3. Promedio, D.S. y rango de valores de los datos para cada tipo de diente: molar deciduo primero (dm1) y molar deciduo segundo (dm2). Excluye posibles duplicaciones y usa un promedio para valores múltiples del mismo diente.

*Average, S.D. and range of data values for each type of tooth: first deciduous molar (dm1) and second deciduous molar (dm2), excluding potential duplicates and averaging multiple values from the same tooth.*

	dm1 (n=4)		dm2 (n=7)	
	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{ap}}\%$ (VPDB)
Promedio	-4,5	-7,1	-4,2	-7,3
D.S.	1,7	0,69	1,5	0,73
Mín	-7,1	-7,6	-7,1	-8,1
Max	-3,2	-6,1	-2,8	-5,9

Como los carbonatos generalmente están enriquecidos en  $\delta^{13}\text{C}$  10,0‰ sobre la dieta consumida, estos resultados indican una dieta con un valor de aproximadamente  $-14,30\%$ . Según las líneas de regresión calculadas por Kellner y Schoneinger (2007), el valor promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno de hueso (de adultos y niños) reportado por Finucane et al. (2006) ( $-10,6\%$ ) y el promedio de carbonatos de esmalte que hemos encontrado en este estudio indican una fuente de proteína  $\text{C}_4$  o marina. Como no hay restos de recursos marinos en Conchopata ni evidencias de que la mayoría de la población naciera en la costa, lo interpretamos como proteína  $\text{C}_4$ .

Un individuo tuvo valores distintos: Entierro 105, un niño de 12-18 meses alcanzó un promedio de  $-7,1\%$  en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $-5,9\%$  en  $\delta^{18}\text{O}$  (fue usado un promedio de los valores de la superficie oclusal y borde de cemento/esmalte en el dm2).

## Discusiones

Los datos de isótopos estables de carbono de los carbonatos en los dientes indican que las plantas enriquecidas en  $^{13}\text{C}$ , como el maíz, eran un componente fundamental en la dieta de las mujeres gestantes y lactantes. Aunque en los Andes peruanos prehispánicos existen otros alimentos enriquecidos en  $^{13}\text{C}$ , como por ejemplo el amaranto (Tung y Knudson 2018), tanto los estudios isotópicos anteriores (Finucane et al. 2006) como los restos botánicos parecen indicar que el maíz podría haber sido la principal planta  $\text{C}_4$  que consumían las mujeres embarazadas y lactantes en Conchopata. Más específicamente, en conjunción con los datos de colágeno publicados por Finucane et al. (2006), estos resultados muestran que el maíz fue consumido directamente por los humanos e indirectamente a través de carne animal. Los infantes (y sus madres y mujeres lactantes) representados aquí provienen de una submuestra de los contextos analizados por Finucane y sus colegas, y sus resultados señalan un componente de proteína dominado por recursos  $\text{C}_4$ , es decir, maíz y camélidos alimentados con maíz. Teniendo en cuenta la importancia social y política del maíz como alimento que se consumía en rituales y festines durante la época prehispánica tardía, estas pruebas parecen indicar que estas mujeres fueron participantes claves en la vida social y política de Conchopata y quizás en la sociedad de la zona central de Wari en general. Los valores de los dm2 están un poco empobrecidos como promedio, pero todavía dentro del rango de recursos  $\text{C}_4$ , y al nivel individual

para entierros con ambos dientes representados, no es un patrón consistente. Más probablemente esta observación refleja el uso de recursos diferentes o la alimentación diferente de animales entre temporadas.

Las observaciones de  $\delta^{18}\text{O}$  indican una población que era, por lo general, muy local al sitio. La variación en este conjunto de datos es relativamente pequeña: si excluimos el Entierro 105, todos los valores caen dentro de un rango de 1,1‰, mientras rangos “locales” de 2,0-3,0‰ pueden ser observados con frecuencia dentro de un solo sitio (Lightfoot y O’Connell 2016). Para individuos con el dm1 y el dm2 representados, una diferencia de 0,5‰ es la más grande que observamos entre estas fases del desarrollo (ver Entierro 2856 en Tabla 1), entonces no se aprecian evidencias de movilidad temporal en la niñez tampoco.

Sin embargo, el Entierro 105, representado por tres muestras dentales, mostró valores de isótopos estables de carbono y oxígeno distintos a los demás en la muestra (Figura 3). Los valores de isótopos estables de carbono del Entierro 105 indican que este lactante -y por extensión, su madre o quien lo amamantó- tuvo menor acceso al maíz en comparación con los demás y los valores de isótopos estables de oxígeno indican que consumió agua de una fuente distinta. Esta última observación es interesante porque parece indicar que la madre y el lactante pueden haber residido en una comunidad diferente, en otra región geográfica con fuentes de agua con valores de isótopos de oxígeno distintos. La combinación de las diferentes proporciones de isótopos de carbono y oxígeno parece indicar que este lactante (y su madre) vivió en otro lugar y comió alimentos vegetales diferentes en los meses anteriores a su entierro en Conchopata.

La habitación (Espacio Arquitectónico 205; Figuras 4 y 5) en la que se enterró a este lactante (Entierro 105) resulta interesante porque aquí fue enterrada la “*Wari Brewer Woman*” junto con grandes e impresionantes vasijas de estilo Chakipampa, que probablemente se utilizaban para elaborar chicha (Isbell y Groleau 2010). Una de estas vasijas de cerámica medía 140 cm de altura, tenía una base cónica y presentaba múltiples colores en su iconografía; la imagen central era un rostro y un cuerpo humano con brazos y manos diseñados creativamente debajo del cuerpo (Isbell y Groleau 2010:203). En esta habitación también había otras tres grandes vasijas de cerámica de entre 60 y 140 cm de altura (Isbell y Groleau 2010). Todas estas cerámicas fueron destrozadas y arrojadas al suelo de la habitación como

una aparente ofrenda. Este lactante (Entierro 105) no estaba enterrado solo; otro lactante (Entierro 106) y la mujer adulta (la *Wari Brewer Woman*) estaban enterrados juntos (Figuras 4 y 5). Entierro 106, el lactante que fue enterrado justo al lado de Entierro 105 muestra valores de isótopos de carbono y oxígeno muy diferentes a los de Entierro 105. Los valores isotópicos de Entierro 106 están en consonancia con lo que se observa entre los otros lactantes de Conchopata. Esto resulta un tanto sorprendente, ya que se esperaba que estos dos lactantes enterrados juntos mostraran valores de isótopos de carbono y oxígeno parecidos, reflejando sus experiencias de vida semejantes y sus tratamientos similares al morir.

Es probable que la mujer y los dos lactantes estén relacionados genéticamente; sin embargo, el análisis de ADN antiguo de estos individuos solo arrojó resultados de un lactante (Kemp et al. 2009; Tung 2012). En concreto, el análisis del ADN mitocondrial antiguo (ADNmt) de Entierro 105 muestra que este lactante pertenece al haplogrupo C (Tung 2012), pero como no se pudo obtener el ADNmt de la mujer adulta (la *Wari Brewer Woman*), no sabemos si estaban en efecto relacionados genéticamente. No obstante, estamos de acuerdo con Isbell y Groleau (2010) en que la proximidad de los dos lactantes (uno de los cuales analizamos en este estudio) y la mujer adulta indica que tenían una sólida relación social. Se desconoce por qué estos dos lactantes, de tan parecida edad al morir y enterrados juntos al lado de una mujer adulta, tendrían distintas proporciones de isótopos. Puede que hayan sido amamantados por diferentes mujeres, o que Entierro 105 haya sido amamantado por la *Wari Brewer Woman* cuando vivía en otro lugar y llevaba una dieta distinta y que Entierro 106 haya sido amamantado por ella después de mudarse a Conchopata y empezar a beber agua local (por ende, disminuyó el valor del isótopo de oxígeno) y a consumir más maíz y/o chicha, lo que hizo que aumentara su valor de isótopos estables de carbono. Para resumir, si la mujer enterrada junto a ellos es quien los amamantó, entonces es posible que los dos lactantes no murieran al mismo tiempo y sus distintos valores isotópicos sean un reflejo de las diferentes aguas y alimentos que esta mujer consumió durante los diferentes momentos de su vida en que los amamantó. Si estos dos lactantes fueron amamantados por dos mujeres distintas, entonces eso podría explicar por qué tienen valores isotópicos diferentes.

En otra cámara funeraria (Espacio Arquitectónico 88) en la que fueron enterrados varios lactantes y

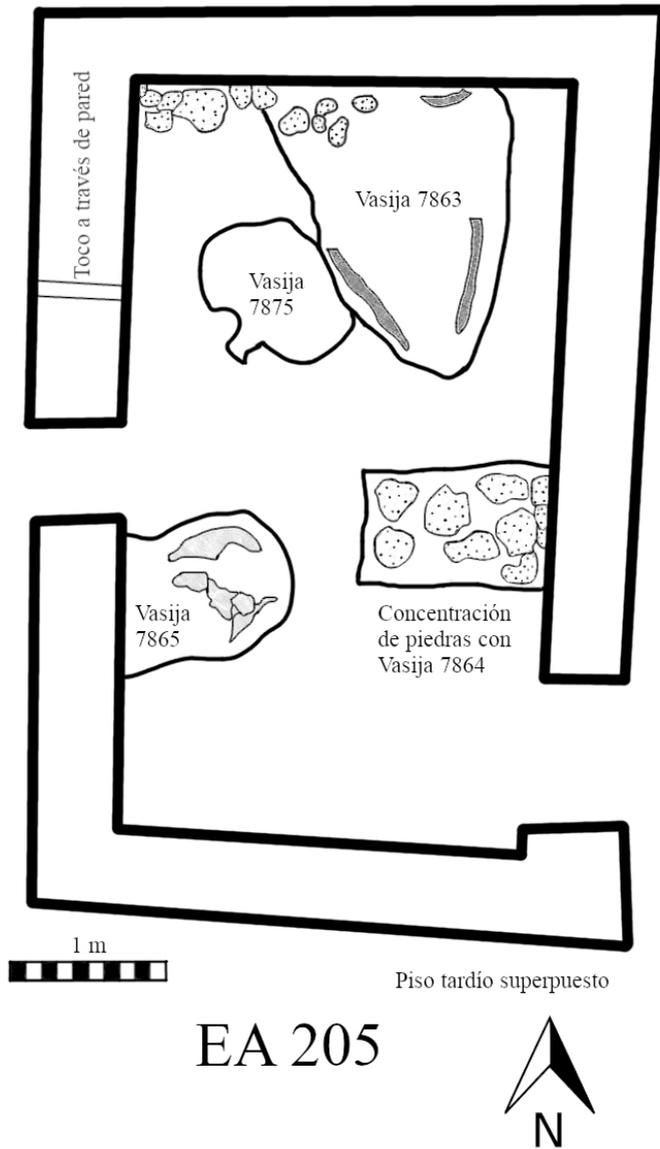


Figura 4. Espacio Arquitectónico 205 (EA205) donde la “Wari Brewer Woman” fue enterrada. El nivel encima de los entierros. Dibujo basado en Isbell y Groelau (2010) y redibujado por Anna Whittemore.

*Architectural space 205 (EA205) where the “Wari Brewer Woman” was entred. The level above the burials. Drawing based on Isbell and Groelau (2010) and redrawn by Anna Whittemore.*

niños, es de notar que el lactante (Entierro 86A) y el niño (Entierro 85) tenían valores isotópicos más similares; no son idénticos, pero sí más parecidos que lo que vemos entre la pareja de lactantes en Espacio 205. El tercer individuo en Espacio 88 es un recién nacido y este lactante muestra un valor de isótopo estable de carbono un poco más negativo

en comparación con los otros dos en ese grupo de tumbas. Probablemente se trate de un efecto del nivel trófico de la lactancia materna, que se traduce en un valor de carbono estable más alto entre los lactantes que fueron amamantados durante más tiempo. Por consiguiente, el valor más negativo del isótopo estable de carbono en Entierro 84 (el recién nacido)

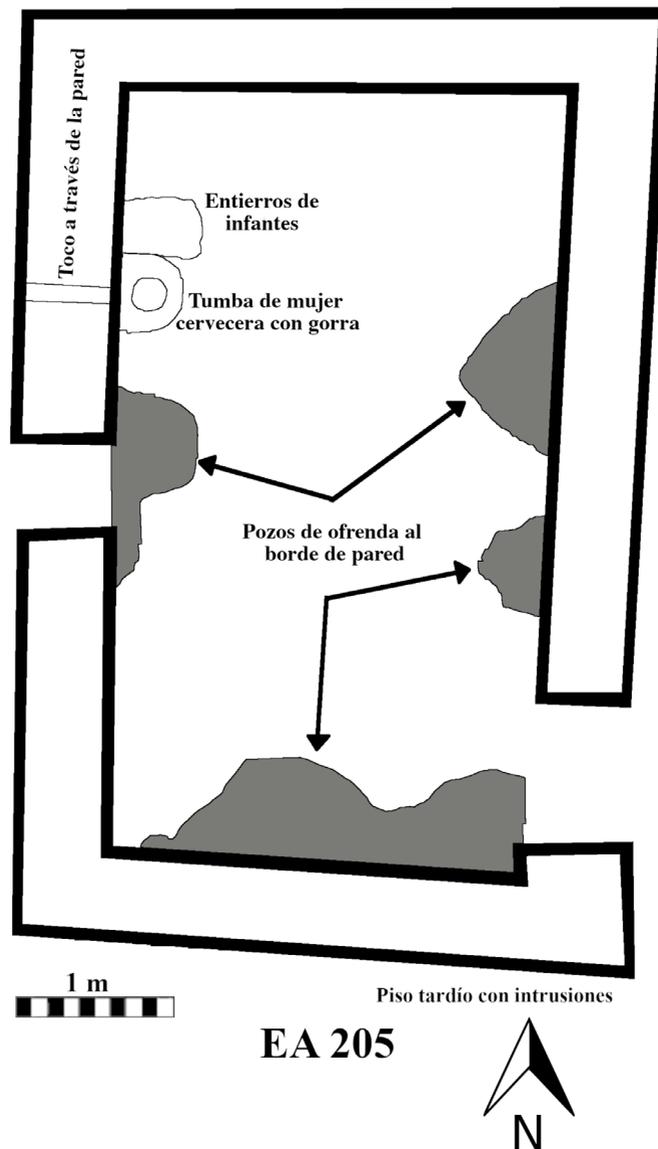


Figura 5. Espacio Arquitectónico 205 (EA 205). Dibujo basado en Isbell y Groelau (2010) y redibujado por Tom Snyder.

*Architectural Space 205 (EA 205). Drawing based on Isbell and Groelau (2010) and redrawn by Tom Snyder.*

no indica que la madre consumiera menos maíz en su dieta en comparación con las demás. En cambio, se puede explicar la diferencia porque los lactantes que fueron amamantados durante más tiempo muestran un efecto de fraccionamiento dado que se sitúan en un nivel trófico por encima del de la madre (o de la mujer que los amamantó).

## Conclusiones

Este estudio representa la primera investigación isotópica de carbonatos -que refleja la dieta entera, en vez de colágena, que sobrerrepresenta el componente proteína- para adultos en Conchopata. En resumen, estos datos muestran que la gran mayoría de las

mujeres gestantes y lactantes de Conchopata tenían dietas similares, dominadas por el maíz y carne de camélidos que consumieron maíz, y acceso a las mismas fuentes de agua. La excepción es la mujer que amamantó al lactante (Entierro 105) de Espacio 205; tenía menos maíz en su dieta y puede que haya consumido agua de una fuente distinta, posiblemente de otra comunidad o agua que fue preparada de una manera diferente. Los resultados fortalecen las conclusiones de estudios anteriores respecto a que el maíz formó un recurso central de la vida cotidiana y ritual en la zona central del Imperio wari y agregan que

mujeres gestantes y lactantes tuvieron acceso a este recurso, así como otros miembros de la comunidad.

*Agradecimientos:* Agradecemos a William Isbell y Anita Cook, los directores del Proyecto Conchopata, y todo el equipo de este proyecto de excavación. El Ministerio de Cultura de Ayacucho (Dirección Desconcentrado) y Lima (Sede Central) otorgó permiso para exportar muestras para análisis de isótopos estables. Finalmente, gracias a los dos revisores anónimos por sus comentarios, que nos permitieron mejorar mucho este manuscrito.

### Referencias Citadas

- Ambrose, S. H. y L. Norr 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. En *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*, editado por J. B. Lambert y G. Grupe, pp. 1-37. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Balasse, M. 2002. Reconstructing dietary and environmental history from enamel isotopic analysis: Time resolution of intra-tooth sequential sampling. *International Journal of Osteoarchaeology* 12 (3):155-165.
- Britton, K. 2017. A stable relationship: Isotopes and bioarchaeology are in it for the long haul. *Antiquity* 91(358):853-864.
- Bryant, J.D., P.N. Froelich, H.C. Fricke, J.R. O'Neil y N. Lynnerup 1996. Oxygen isotope composition of human tooth enamel from medieval Greenland: Linking climate and society: Comment and Reply. *Geology* 24 (5):477.
- Cadwallader, L., D.G. Beresford-Jones, O.Q. Whaley y T.C. O'Connell 2012. The signs of maize? A reconsideration of what  $\delta^{13}\text{C}$  values say about palaeodiet in the Andean Region. *Human Ecology* 40 (4):487-509.
- Calvin, M. y A.A. Benson 1948. The path of carbon in photosynthesis. *Science* 107 (2784):476-480.
- Chisholm, B.S., D.E. Nelson y H.P. Schwarcz 1982. Stable-carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science* 216 (4550):1131-1132.
- Cook, A.G. 1984. The Middle Horizon ceramic offerings from Conchopata. *Ñawpa Pacha* 22/23: 49-90.
- Craig, H. 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science* 133 (3465):1702-1703.
- Dansgaard, W. 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus* 16 (4):436-468.
- Eerkens, J.W., G.H. Barford, G.A. Jorgenson y C. Peske 2014. Tracing the mobility of individuals using stable isotope signatures in biological tissues: "Locals" and "non-locals" in an ancient case of violent death from Central California. *Journal of Archaeological Science* 41:474-481.
- Finucane, B.C. 2009. Maize and sociopolitical complexity in the Ayacucho Valley, Peru. *Current Anthropology* 50 (4):535-545.
- Finucane, B.C., P.M. Agurto y W.H. Isbell 2006. Human and animal diet at Conchopata, Peru: Stable isotope evidence for maize agriculture and animal management practices during the Middle Horizon. *Journal of Archaeological Science* 33 (12):1766-1776.
- Gagnon, C.M., C.F.T. Andrus, J. Ida y N. Richardson 2015. Local water source variation and experimental Chicha de Maíz brewing: Implications for interpreting human hydroxyapatite  $\delta^{18}\text{O}$  values in the Andes. *Journal of Archaeological Science: Reports* 4:174-181.
- Gagnon, C.M. y S. Juengst 2019. The drink embodied: Theorizing an integrated bioarchaeological approach to the investigation of Chicha de Maíz consumption. *Bioarchaeology International* 2 (3):206-216.
- Hastorf, C.A. 1991. Gender, space, and food in prehistory. En *Engendering Archaeology: Women and Prehistory*, editado por J.M. Gero y M.W. Conkey, pp. 132-159. Wiley Blackwell, Oxford.
- Hatch, M.D., C.R. Slack y H.S. Johnson 1967. Further studies on a new pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation in sugar-cane and its occurrence in other plant species. *Biochemical Journal* 102 (2):417-422.
- Hillson, S. 1996. *Dental anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Iacumin, P., H. Bocherens, A. Mariotti y A. Longinelli 1996. Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate and phosphate in biogenic apatite: A way to monitor diagenetic alteration of bone phosphate? *Earth and Planetary Science Letters* 142 (1):1-6.
- Isbell, W.H. 2004. Mortuary preferences: A Wari Culture case study from Middle Horizon Peru. *Latin American Antiquity* 15 (1):3-32.
- Isbell, W.H. y A. Groleau 2010. The Wari brewer woman: feasting, gender, offerings, and memory. En *Inside Ancient Kitchens: New Directions in the Study of Daily Meals and Feasts*, editado por E.A. Klarich, pp. 191-219. Primera edición, University Press of Colorado, Denver.
- Jim, S., S.H. Ambrose y R.P. Evershed 2004. Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in

- palaeodietary reconstruction. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68 (1):61-72.
- Johnsen, S.J., W. Dansgaard, H.B. Clausen y C.C. Langway 1972. Oxygen isotope profiles through the Antarctic and Greenland ice sheets. *Nature* 235 (5339):429-434.
- Kellner, C.M. y M.J. Schoeninger 2007. A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology* 133 (4):1112-1127.
- Kemp, B.M., T.A. Tung y M.L. Summar 2009. Genetic continuity after the collapse of the Wari empire: Mitochondrial DNA profiles from Wari and post-Wari populations in the ancient Andes. *American Journal of Physical Anthropology* 140 (1):80-91.
- Ketteman, W.G. 2002. *New Dates from the Huari Empire: Chronometric Dating of the Prehistoric Occupation of Conchopata, Ayacucho, Peru*. Tesis para optar al grado de Doctor en Antropología, Department of Anthropology, Binghamton University, Binghamton, Nueva York.
- Knudson, K.J. 2009. Oxygen isotope analysis in a land of environmental extremes: The complexities of isotopic work in the Andes. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (2):171-191.
- Lambert, P.M., C.M. Gagnon, B.R. Billman, M.A. Katzenberg, J. Carcelén y R.H. Tykot 2012. Bone Chemistry at Cerro Oreja: A Stable Isotope Perspective on the Development of a Regional Economy in the Moche Valley, Peru During the Early Intermediate Period. *Latin American Antiquity* 23 (2):144-166.
- Lee-Thorp, J.A., J.C. Sealy y N.J. van der Merwe 1989. Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *Journal of Archaeological Science* 16 (6):585-599.
- Lightfoot, E. y T.C. O'Connell 2016. On the use of biomineral oxygen isotope data to identify human migrants in the archaeological record: Intra-sample variation, statistical methods and geographical considerations. *PLOS ONE* 11 (4):e0153850.
- Longinelli, A. 1984. Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: A new tool for paleohydrological and paleoclimatological research? *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48 (2):385-390.
- Milton, E.B.P., N.D. Stansell, H. Bocherens, A. Brownlee, D. Chala-Aldana y K. Rademaker 2022. Examining surface water  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^2\text{H}$  values in the western Central Andes: A watershed moment for anthropological mobility studies. *Journal of Archaeological Science* 146:105655.
- Pederzani, S. y K Britton 2019. Oxygen isotopes in bioarchaeology: Principles and applications, challenges and opportunities. *Earth-Science Reviews* 188:77-107.
- Pezo-Lanfranco, L., P. DeBlasis y S. Eggers 2018. Weaning process and subadult diets in a monumental Brazilian shellmound. *Journal of Archaeological Science: Reports* 22:452-469.
- Ranson, S.L. y M. Thomas 1960. Crassulacean acid metabolism. *Annual Review of Plant Biology* 11:81-110.
- Sayre, M., D. Goldstein, W. Whitehead y P. Williams 2012. A marked preference. *Nawpa Pacha* 32 (2):231-258.
- Sayre, M.P. y W.T. Whitehead 2017. Ritual and plant use at Conchopata: An Andean Middle Horizon Site. En *Social Perspectives on Ancient Lives from Paleoethnobotanical Data*, editado por M.P. Sayre y M.C. Bruno, pp. 121-144. Springer International Publishing, Cham.
- Schoeninger, M.J., M.J. DeNiro y H Tauber 1983. Stable Nitrogen Isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science* 220 (4604):1381-1383.
- Sponheimer, M. y J.A. Lee-Thorp 1999. Oxygen Isotopes in Enamel Carbonate and their Ecological Significance. *Journal of Archaeological Science* 26 (6):723-728.
- Thompson, L.G., E. Mosley-Thompson y P.A. Thompson 1992. Reconstructing interannual climate variability from tropical and subtropical ice-core records. En *El Niño: Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern Oscillation*, editado por H.F. Diaz y V. Markgraf, pp. 295-322. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tung, T.A. 2003. *A Bioarchaeological Perspective on Wari Imperialism in the Andes of Peru: A View from Heartland to Hinterland Skeletal Populations*. Tesis para optar el grado de Doctor en Antropología, Department of Anthropology, The University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, Norte Carolina.
- Tung, T.A. 2012. *Violence, Ritual, and the Wari Empire: A Social Bioarchaeology of Imperialism in the Ancient Andes*. University Press of Florida, Gainesville.
- Tung, T.A. y A.G. Cook 2006. Intermediate elite agency in the Wari empire: The bioarchaeological and mortuary evidence. En *Intermediate Elites in Pre-Columbian States and Empires*, editado por C. Elson y A.R. Covey, pp. 68-93. University of Arizona Press, Tucson.
- Tung, T.A. y K.J. Knudson 2010. Childhood Lost: Abductions, Sacrifice, and Trophy Heads of Children in the Wari Empire of the Ancient Andes. *Latin American Antiquity* 21 (1):44-66.
- Tung, T.A. y K.J. Knudson 2011. Identifying locals, migrants, and captives in the Wari Heartland: A bioarchaeological and biogeochemical study of human remains from Conchopata, Peru. *Journal of Anthropological Archaeology* 30 (3):247-261.
- Tung, T.A. y K.J. Knudson 2018. Stable isotope analysis of a pre-Hispanic Andean community: Reconstructing pre-Wari and Wari era diets in the hinterland of the Wari empire, Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 165 (1):149-172.
- Tung, T.A., M. Miller, L. DeSantis, E.A. Sharp y J. Kelly 2016. Patterns of Violence and Diet Among Children During a Time of Imperial Decline and Climate Change in the Ancient Peruvian Andes. En *The Archaeology of Food and Warfare: Food Insecurity in Prehistory*, editado por A.M. VanDerwarker y G.D. Wilson, pp. 193-228. Springer International Publishing, Cham.
- Tykot, R.H. 2004. Stable isotopes and diet: You are what you eat. En *Physics Methods in Archaeometry*, editado por M. Martini, M. Milazzo y M. Piacentini, pp. 433-444. IOS press, Bologna.

Velasco, M.C. y T.A. Tung 2021. Shaping dietary histories: Exploring the relationship between cranial modification and childhood feeding in a high-altitude Andean population (1100-1450 CE). *Journal of Anthropological Archaeology* 62:101298.

Vogel, J.C. y N.J. van der Merwe 1977. isotopic evidence for early maize cultivation in New York State. *American Antiquity* 42 (2):238-242.

Wright, L.E. y H.P. Schwarcz 1998. Stable carbon and oxygen isotopes in human tooth enamel: Identifying breastfeeding

and weaning in prehistory. *American Journal of Physical Anthropology* 106 (1):1-18.

Wright, L.E. y H.P. Schwarcz 1999. Correspondence Between Stable Carbon, Oxygen and Nitrogen Isotopes in Human Tooth Enamel and Dentine: Infant Diets at Kaminaljuyú. *Journal of Archaeological Science* 26 (9):1159-1170.

Zimmer-Dauphinee, J., B.K. Scaffidi y T.A. Tung 2020. Andean isoscapes. En *Forensic Science and Humanitarian Action*, editado por R.C. Parra, S.C. Zapico y D.H. Ubelaker, pp. 311-329. John Wiley & Sons, Ltd., New Jersey.