

Diferencias alimentarias entre el Altiplano Central y Área Maya durante el Clásico

Gabriela Inés Mejía Appel

Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Ciudad de México, México,
correo electrónico: gabriela_mejia@inah.gob.mx

Edith Cienfuegos Alvarado

Laboratorio de Isótopos Estables, Laboratorio Nacional de Geoquímica y
Minerología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Ciudad de México, México,
correo electrónico: edithca@unam.mx

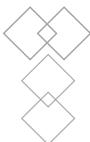
Francisco Javier Otero Trujano

Laboratorio de Isótopos Estables, Laboratorio Nacional de Geoquímica y
Minerología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), Ciudad de México, México,
correo electrónico: foter@geologia.unam.mx

Recibido el 10 de diciembre de 2021; aceptado el 1 de febrero de 2022

Resumen: A partir del estudio de análisis de isótopos estables para identificar la paleodieta en una muestra proveniente del sitio arqueológico Chingú (periodo Clásico, 200-650 d.n.e.) se hizo una comparación con los resultados obtenidos de análisis similares en varios asentamientos contemporáneos, principalmente conjuntos habitacionales y administrativos de Teotihuacán, pero también con sitios del área maya como Kaminaljuyú y Altún Ha, entre otros. Los resultados indican una clara diferencia entre ambas regiones pues destaca el consumo de una mayor proporción de alimentos de origen C_3 y también de productos marinos en los sitios del sureste, en contraposición a la dependencia del cultivo del maíz que se observa en el Altiplano central.

Palabras clave: *paleodieta, isótopos estables, bioarqueología, bioapatita, colágeno, modelo isotópico multivariable.*



ANTROPOLOGÍA AMERICANA | vol. 7 | núm. 13 (2022) | Artículos | pp. 119-143

ISSN (impresa): 2521-7607 | ISSN (en línea): 2521-7615

DOI: <https://doi.org/10.35424/anom.v7i13.1156>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-SA 4.0

Dietary differences between Central Mexico and the Maya area during the Classic Period

Abstract: Based on the study of stable isotope analysis to identify the paleodiet in a sample from the archeological site of Chingú (Classic period, 200 – 650 A.D.) a comparative review was made with the results obtained from similar analyses in several contemporary settlements, mainly residential and administrative compounds of Teotihuacan, but also with sites in the Maya area such as Kaminaljuyu and Altun Ha, among others. The results indicate a clear difference between both regions, since the consumption of a higher proportion of C_3 plants origin food and marine products in the southeastern sites stands out, as opposed to the dependence on maize cultivation observed in the Central Highlands of Mexico.

Key words: *paleodiet, stable isotope analysis, bioarchaeology, bioapatite, collagen, multivariate isotope model.*

Introducción

En este trabajo se aborda el tema de la alimentación en el periodo Clásico (200-650 d.n.e.) a partir de los resultados obtenidos en estudios de análisis de isótopos estables en diferentes colecciones osteológicas de los sitios Chingú, Hgo. y Teotihuacan, del Altiplano Central, y Kaminaljuyú, Altún Ha, Barton Ramie, Holmul, Ceibal y Lamanai, del área maya. A partir de la comparación que se llevó a cabo, fue posible identificar diferencias importantes en los principales componentes de la dieta de ambas regiones, ya que las poblaciones del centro dependen en más de un 80% de la ingesta de alimentos de origen C_4 , como el maíz, mientras que en el sureste la dieta era más variada, con un aporte importante de plantas C_3 e incluso productos marinos.

El hombre, como animal omnívoro, ha tenido la necesidad de comer todo organismo animal o vegetal que esté a su alcance, lo que también ha significado una selección de los mismos, utilizando primero el instinto y posteriormente la experiencia comunitaria para determinar qué alimentos eran comestibles, adecuados, saludables y sabrosos. Los recursos de los que el hombre dispone, y por lo tanto sus costumbres alimenticias, tienen mucho que ver con la situación geográfica, el tipo de suelo, clima, flora y fauna del lugar; sin embargo, a partir del inicio de la agricultura, el control del hombre sobre el ambiente significó

que se tuviera el sustento asegurado, si no total, sí parcialmente, dando inicio a un modo de vida distinto al del cazador-recolector. El cultivo de los principales cereales (maíz, trigo, arroz, cebada, etc.) permitió que los habitantes de las distintas regiones del planeta tuvieran una sólida base alimenticia capaz de sustentar un mayor número de pobladores y con ello, el desarrollo de la especie humana en todos los ámbitos.

En ese sentido el maíz es el alimento básico del área de Mesoamérica, y su utilización ha continuado a lo largo del tiempo hasta nuestros días, esto significa que está ligado a la cultura y a sus diversas manifestaciones sociales, como son la religión y los mitos (De Garine y Vargas, 1997); en este análisis podremos comparar la utilización de este producto en sociedades contemporáneas entre sí, pero ubicadas en entornos ambientales y con organizaciones políticas diferentes.

¿Cómo nos ayudan los isótopos estables a conocer la dieta del pasado?

La arqueometría, aún sin conceptualizarse, inició desde finales del siglo XIX cuando se consideró la posibilidad de que la química pudiera dar información acerca del origen de las materias primas de los objetos prehistóricos en Europa; posteriormente, y particularmente en los últimos 50 años, la química, física y biología han ofrecido a la arqueología nuevos métodos para hacer dataciones, inferir actividades a través de la química de pisos y hacer estudios de composición de materiales arqueológicos, biológicos y minerales, por citar algunos ejemplos (Price y Burton, 2011).

La importancia del uso de estas técnicas es que nos pueden aportar una gran cantidad de información para poder interpretar los hallazgos ya que podemos obtener resultados a nivel biológico, como los estudios genéticos, paleoambientales, de dieta y migración, o a nivel de los materiales y sus yacimientos, tecnología y comercio; estos datos aportados por las nuevas técnicas más el estudio tradicional de los materiales arqueológicos y ecofactos actualmente pueden brindar respuestas más sólidas acerca de las dinámicas sociales de las poblaciones del pasado.

En la década de los setenta inició el estudio de los isótopos estables con el descubrimiento de la implicación que tiene la relación isotópica del carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en las plantas, dependiendo de su método fotosintético. De Niro y Epstein (1978) comprobaron que los valores $\delta^{13}\text{C}$ reflejan la diferencia entre plantas C_3 -Ciclo de Calvin ($-26.5\text{‰} \pm 5\text{‰}$) y C_4 -Ciclo Hatch Slack (-12.5‰

$\pm 5\text{‰}$) y que, a su vez, se reflejan en los valores de los animales que las consumen; la distinción entre los distintos tipos de plantas, incluyendo a las CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*), se hace por el tipo de fotosíntesis que cada una realiza. El estudio citado demostró también la relación que hay entre los valores $\delta^{13}\text{C}$ de la dieta ingerida con los tejidos musculares, el exoesqueleto y el colágeno de los huesos en distintos animales con los que experimentaron. Finalmente concluyeron que este tipo de estudios se podían aplicar a muestras fósiles cuando, entre otras condiciones, no hubiera un proceso de diagénesis que afectara el tejido.

Para el caso del nitrógeno, fueron los mismos De Niro y Epstein (1981) quienes propusieron la relación entre la ingesta de diversos tipos de alimento con los niveles en la cadena trófica; señalaron también la posibilidad de identificar el origen marino o terrestre de los alimentos ingeridos debido al poco fraccionamiento del elemento durante la incorporación de nutrientes del suelo a la planta. La absorción del nitrógeno inicia en el suelo hacia las plantas; los herbívoros utilizan una parte del nitrógeno obtenido para el colágeno de los huesos y otra parte, la más ligera, se excreta.

En ese sentido, el análisis de los isótopos estables de carbono y nitrógeno contenidos en los entierros arqueológicos permite conocer la dieta de los individuos, a través de su medición en un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas. Las plantas, por medio de la fotosíntesis, metabolizan el CO_2 atmosférico en carbohidratos, proteínas y lípidos, y luego al ser consumidos por los animales que las ingieren, serán convertidos en tejidos (Tykot, 2006); de esos tejidos, arqueológicamente podemos recuperar de manera cotidiana los huesos y los dientes.

Los tejidos óseos y dentarios están formados por una parte orgánica y una inorgánica o mineral, que son el colágeno y la bioapatita respectivamente. El colágeno es una matriz orgánica que puede conservarse por miles de años en las condiciones adecuadas, es responsable del crecimiento y regeneración del hueso, y se compone por aminoácidos esenciales y no esenciales que provienen de la proteína contenida en la dieta ingerida, en cambio para la formación de la bioapatita todos los macronutrientes de la dieta se mezclan y combinan antes de ser incorporados; por esa razón la información que cada uno brinda es distinta pues el estudio en colágeno nos da la dieta proteica y la bioapatita nos revela la dieta total (Gerry y Krueger, 1997; Katzenberg, 2008; Tykot, 2006).

La información isotópica del alimento, cualquiera que sea su origen, no pasa intacto hasta la formación del tejido, sino que hay un proceso llamado

fraccionamiento que ocurre durante las reacciones químicas y enzimáticas que se dan mientras se metabolizan sus nutrientes y que es diferente para la formación de colágeno que para la de bioapatita. El factor de fraccionamiento para el isótopo ^{13}C ha sido calculado por diferentes autores hasta llegar a un modelo promedio como el que se presenta en la Figura 1 entre las plantas y el tejido óseo en herbívoros y carnívoros:

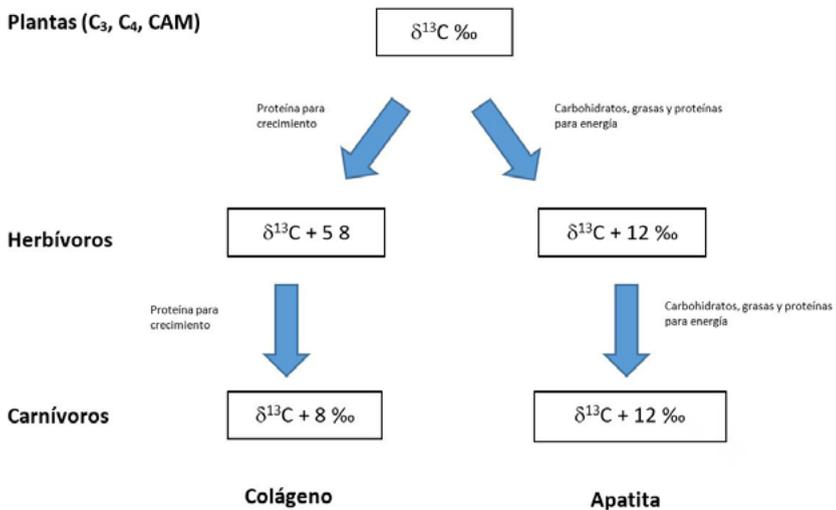


Figura 1. Fraccionamiento de los valores $\delta^{13}\text{C}$ en la cadena alimenticia.

Traducido y modificado de Gerry y Krueger (1997, p. 199)

En el caso del nitrógeno, el fraccionamiento en el colágeno se ha calculado que se enriquece de 3‰ a 4‰ respecto del alimento y conforme se avanza en la cadena alimenticia, siendo un valor de entre 5 y 6‰ el esperado para los animales herbívoros, entre 8 y 9‰ para los animales carnívoros, y de 12 a 20‰ para los animales marinos, ya que en ese ecosistema la cadena es más amplia (Gerry y Krueger, 1997).

La información que brinda un diente es diferente a la de un hueso ya que la formación de los primeros inicia en la gestación y continúa hasta la adolescencia y al terminar se convierte en un sistema cerrado por lo que la información contenida en sus tejidos será la de esos años; en el caso de los huesos hay un proceso de formación de hueso nuevo y reabsorción de hueso viejo de manera constante, por lo que se estima que la huella isotópica que

obtenemos refleja un promedio de los últimos cinco a siete años de vida (Koch *et al.*, 1997; Tykot, 2006). Por esta razón, cuando se comparan los resultados de la bioapatita de esmalte con la bioapatita del hueso hay que hacer una corrección de 2.3‰ para la $\delta^{13}\text{C}$ (Warinner y Tuross, 2009).

Como se ha visto, la experimentación y discusión de los alcances de este método han propiciado la mejora continua de las técnicas instrumentales y de limpieza de las muestras, y también se han podido entender las diferencias en los procesos metabólicos de los organismos y cómo influyen para la correcta interpretación de los datos (Katzenberg y Harrison, 1997). A pesar de ello, y debido a las características propias de las plantas agaváceas y cactáceas (plantas CAM), no es posible diferenciarlas de las C_4 cuando han sido mezcladas en la alimentación, por lo que para algunas zonas de Mesoamérica se puede hablar de una dieta C_4/CAM pues ambos grupos fueron una fuente importante de alimentos en época prehispánica (Morales *et al.*, 2012; Casar *et al.*, 2017).

Para la interpretación de la dieta antigua a partir de los valores obtenidos de los análisis isotópicos Kellner y Schoeninger (2007) proponen que además de la revisión de los valores individuales de cada análisis, es decir de las $\delta^{13}\text{C}$ de colágeno y bioapatita, se calcule el coeficiente de correlación entre ambos para generar un modelo de regresión lineal que permite distinguir el origen de las dietas total y proteica que el individuo ingirió cotidianamente, que pueden ser plantas C_3 , C_4 -CAM o de alimentos marinos.

Adicionalmente, y retomando el modelo bivariable, Froehle y colaboradoras (2012) proponen un modelo de correlación multivariable en donde comparan $\delta^{13}\text{C}$ de colágeno y bioapatita y $\delta^{15}\text{N}$ para conocer la proporción del origen de la proteína (animal o vegetal) y por lo tanto el nivel trófico al que el individuo perteneció; en este caso se forman cinco posibilidades de grupos alimenticios cuyos datos se presentan en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de la dieta, según el modelo Froehle

<i>Cluster</i>	<i>Dieta total</i>	<i>Dieta proteica</i>
1	100 % C_3	100 % C_3
2	30 % C_3 – 70 % C_4	>50 % C_4
3	50 % C_3 – 50 % C_4	Presencia de dieta marina
4	70 % C_3 – 30 % C_4	≥ 65 % C_3
5	30 % C_3 – 70 % C_4	≥ 65 % C_3

Fuente: Froehle *et al.*, 2012.

Es importante mencionar que los datos utilizados para estos cálculos fueron realizados principalmente utilizando poblaciones con alimentación de tipo C₃ o mixta y en este caso los grupos con alimentación de tipo C₄/CAM, como generalmente son las poblaciones mesoamericanas, no están bien representados.

Para asegurar la precisión y exactitud de los resultados se ha experimentado con diferentes métodos de limpieza y mediciones para combatir la diagénesis y confirmar la preservación de la huella isotópica original, respectivamente. Las sustancias más utilizadas en el lavado de las muestras son el ácido acético, peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio para eliminar los contaminantes minerales de los carbonatos (Garvie-Lok *et al.*, 2004; Pestle *et al.*, 2014) y el ácido clorhídrico para la obtención del colágeno a través de la desmineralización del tejido (Hüls *et al.*, 2007).

También se ha considerado la variación de los resultados dados por los diferentes laboratorios que hacen estos análisis, que depende de la preparación de las muestras e incluso de las diferencias en los equipos. En ese sentido Pestle y colaboradores (2014) hicieron un estudio con varios laboratorios que procesaron muestras de un solo hueso humano, y los resultados les permitieron hacer un análisis estadístico con un 95% de confiabilidad que indica que en el caso del análisis isotópico en hueso las diferencias que puede haber al estudiar el colágeno no son significativas y que una medición que sobrepase 0.6‰ para $\delta^{13}\text{C}$ y 0.9‰ para $\delta^{15}\text{N}$ puede considerarse ya una diferencia biológica (Pestle *et al.*, 2014, p. 13). Para la bioapatita, los autores encontraron que las lecturas de $\delta^{13}\text{C}$ pueden compararse también ya que su variación se acerca a la del colágeno; esta diferencia se debe al equipo instrumental utilizado y los estándares de calibración y no forzosamente a la limpieza de la muestra (Pestle *et al.*, 2014, p. 15).

Todos los estudios seleccionados para su comparación llevaron a cabo la limpieza y preparación de las muestras siguiendo los protocolos aceptados para determinar la validez de los resultados. Los rangos de valores válidos para evaluar la preservación del colágeno son un rendimiento de por lo menos 1%, carbono de 30% a 45%, nitrógeno de 11% a 16%, y el índice C/N con valores entre 2.9 y 3.6 (Ambrose, 1990; Hedges *et al.*, 2005; Van Klinken, 1999).

Para la confirmación de las muestras de bioapatita se evalúan los cambios que puede haber en su estructura cristalina a partir del índice de cristalinidad (CI, por sus siglas en inglés), del cual un valor entre 2.9 y 4 para hueso y entre 2.8 y 4.2 para esmalte se considera aceptable, y el peso en porcentaje del

contenido de carbonato en 6% también lo es (Casar *et al.*, 2016; Hedges *et al.*, 2005; Koch *et al.*, 1997).

¿Qué sabemos acerca de la dieta antigua en Mesoamérica?

En los últimos 20 años los estudios de paleodieta se han incrementado en los proyectos llevados a cabo en lo que se ha denominado Mesoamérica, con el fin de conocer más a fondo cómo fue la utilización de los recursos y si hubo o no diferencias al interior de las poblaciones; estos análisis se han hecho principalmente con colecciones osteológicas de Teotihuacan, Monte Albán y la zona maya y tanto por instituciones nacionales como extranjeras.

En general, estos trabajos de investigación han confirmado la importancia que el maíz tuvo para la alimentación de la región tanto de forma directa como a través de la proteína adquirida por el consumo de animales domésticos alimentados también con este producto, principalmente guajolotes y probablemente perros; sin embargo, hay lugares que recurrieron a los recursos marinos y a la caza de animales silvestres para complementar su dieta. También se puede decir que la población mesoamericana ocupa el nivel trófico de primer carnívoro a partir de los valores de la $\delta^{15}\text{N}$ y de igual forma es posible identificar en los niños pequeños el consumo de leche materna, ya que esto produce un aumento en el nivel trófico, con valores de aproximadamente 2 o 3‰ más de lo esperado para un adulto (Casar *et al.*, 2016; White, 2006; White *et al.*, 2004; White *et al.*, 2004).

Para poder hacer la comparación entre los resultados de varios sitios contemporáneos de la época Clásica se hizo una revisión de varios trabajos de investigación y se incluyeron trabajos nacionales e internacionales, hechos con diferentes técnicas de limpieza y en los que se utilizaron por lo menos uno de los dos tejidos posibles tanto en humanos como en fauna recuperada en contextos arqueológicos.¹ De igual forma, se consideró el análisis hecho sobre plantas que pudieron ser de consumo cotidiano, de todos los grupos.

Se hizo una compilación de datos publicados por tejido y método de limpieza, y con ello se hizo el cálculo de las ecuaciones propuestas por Froehle y colaboradoras (2012) para el modelo multivariable en los casos que fue necesario, ya que hay algunas publicaciones que lo incluyeron en su propio análisis.

¹ Para conocer los detalles de los procesos de limpieza de las muestras se sugiere remitirse directamente a las publicaciones citadas.

Para los estudios hechos en diente y que utilizaron el peróxido de hidrógeno como método de limpieza se consideraron los estudios realizados en Teopancazco (Casar *et al.*, 2017, Morales *et al.*, 2012), La Ventilla (Arnaud, 2014), ambos en Teotihuacan, Chingú, Hgo. (Mejía, 2020) y Kaminaljuyú (Wright y Schwarcz, 1999).

El otro grupo de datos que se comparó fue de varias colecciones, tanto de humanos como fauna arqueológica, en las que se utilizó muestras de huesos y su método de limpieza fue con hipoclorito de sodio; aquí se retomaron los trabajos hechos con población teotihuacana de Nado *et al.* (2016), Somerville *et al.* (2017) y Sugiyama *et al.* (2015), también el del sitio Chingú (Mejía, 2020) y el trabajo de Somerville *et al.* (2013), quien hace el análisis multivariable con un conjunto de datos ya publicados por otros investigadores para población maya, de los cuales para el presente estudio únicamente se consideraron los del Clásico temprano maya (200-600 d.n.e), por ser los que corresponden al periodo Clásico en el Altiplano Central (Figura 2).



Figura 2. Ubicación de los sitios arqueológicos mencionados

El buffet mesoamericano

Una de las principales diferencias entre las dos regiones estudiadas es el medio ambiente, lo que propicia también una flora y fauna característica, e incluso es mayor en el área maya ya que abarca múltiples altitudes y climas. En ambas regiones las sociedades que ahí se establecieron tuvieron acceso a varios ecosistemas por lo que los recursos animales y vegetales fueron variados para su aprovechamiento como alimento y medicina además de lo que se obtenía a partir de la agricultura y la cría de animales domésticos, como el maíz, frijol, calabaza, perros y guajolotes; sin embargo, su acceso directo por parte de la población puede estar relacionada con factores económicos y sociales.

Entre los recursos animales, autóctonos y alóctonos que se pudieron aprovechar en el Altiplano Central, considerando también el sistema lacustre de la cuenca de México, tenemos conejos, liebres, venado cola blanca, berrendos, patos, palomas, perdices, diversas clases de peces, y moluscos e insectos (McClung, 1987, 1993; Rodríguez, 2006; Valadez, 1993). Los recursos vegetales utilizados que han sido identificados arqueológicamente son: ayocote, chile, tomate, verdolaga, amaranto, huauzontle, epazote, tuna, capulín, tejocote, zapote blanco, ciruelo, aguacate y garambullo. Sin embargo, es posible considerar una gama más amplia de productos que podían incluir cacao, cacahuete, camote, chayote, jitomate, nopal y una gran variedad de hongos silvestres (Gonzalez *et al.*, 1993; Mc Clung 1987, 1993).

En las tierras altas mayas la vegetación se caracteriza por los bosques de roble, goma, pino y ciprés en donde se pueden encontrar también tepezcuintles, tapires, venados, pecaríes y conejos. Las tierras bajas mayas en cambio tienen bosques tropicales con ceibas, caobas, amate, ramón, aguacate, palmas y se obtenían aves, insectos, venados, iguanas, tortugas, serpientes, caracoles, mojarra, bagres, robalos, y mariscos como camarones, cangrejos, langostas, entre otros (Sharer, 2006).

De algunos de estos alimentos mencionados varios proyectos han realizado análisis de isótopos estables en muestras modernas para conocer el intervalo de variación natural de sus valores $\delta^{13}\text{C}$ y de $\delta^{15}\text{N}$, pues eso ayuda en la interpretación de la dieta (Montero, 2012; Morales *et al.*, 2012; Mejía, 2020) y éstos pueden observarse en la Figura 3.

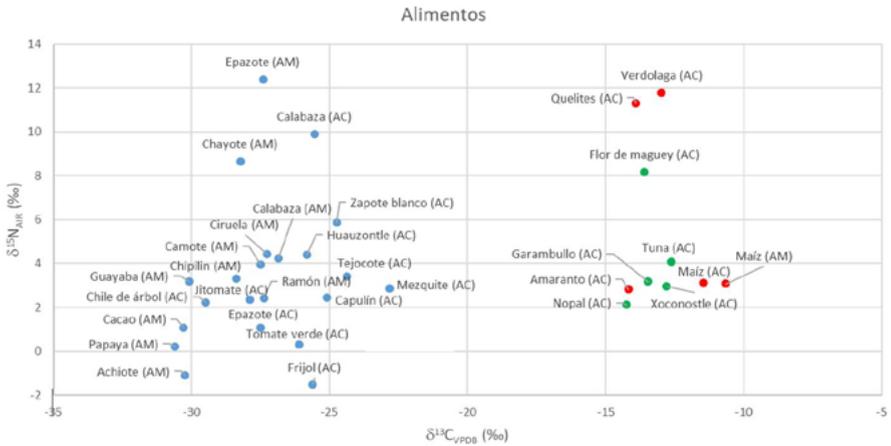


Figura 3. Distribución de los valores de los alimentos. En color azul se marcan las plantas C_3 , en color rojo las plantas C_4 , en verde las plantas CAM. Se marca con (AC) los alimentos que provienen del Altiplano central (Morales *et al.*, 2012; Mejía, 2020) y con (AM) los que provienen del área maya (Montero, 2012)

Los resultados corresponden con lo esperado para los alimentos de acuerdo al tipo de fotosíntesis que cada uno tiene y también es posible observar que las plantas C_4 y CAM se traslapan, haciendo imposible diferenciarlas en cuanto a su uso como alimento cuando se encuentran disponibles; hay alimentos que tienen valores de $\delta^{15}N$ superiores a 6‰ y esto se debe al uso actual de fertilizantes en los cultivos.

En la gráfica de la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos en las muestras humanas en piezas dentales de Teopanazgo (Morales *et al.*, 2012), La Ventilla (Arnaud, 2014), Chingú (Mejía, 2020) y Kaminaljuyú (Wright y Schwarcz, 1999). Se puede observar que tanto en el sitio de la zona maya como en los del altiplano hay una dependencia al cultivo del maíz, el cual es más evidente en Chingú en donde la variedad de los recursos consumidos es muy poca, en contraposición con la mayor diversidad que se refleja en los resultados de la muestra de Kaminaljuyú. Las muestras teotihuacanas son las más similares y únicamente destaca un valor atípico en Teopanazgo con una persona con una dieta predominantemente compuesta por proteínas de origen C_3 .

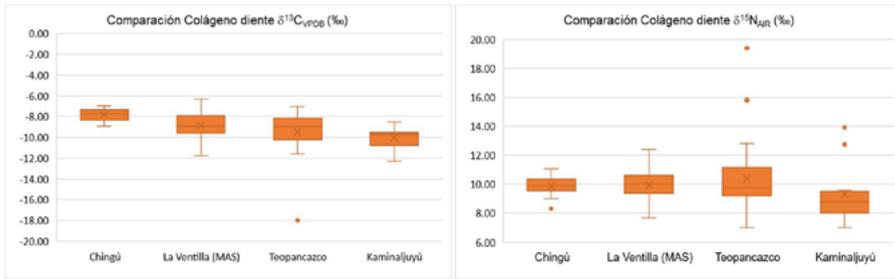


Figura 4. Comparación de los resultados de isótopos de carbono y nitrógeno en colágeno de piezas dentales de las muestras referidas

En cuanto a valores de nitrógeno, se observa que, si bien se comportan como carnívoros de primer nivel, hay diferencias entre las personas que conformaron las muestras. En Chingú los valores son similares para todos, pero los sitios teotihuacanos no sólo tienen rangos mayores, sino que hay también valores atípicos que pudieran estar reflejando la ingesta de dieta marina, por lo menos en uno de los casos (Casar *et al.*, 2017), mientras que en Kaminaljuyú los niveles se mantienen muy bajos de forma homogénea, a excepción de dos valores atípicos que pudieron haber tenido una mejor alimentación que el resto de los individuos muestreados.

En la Figura 5 se presentan los resultados de la comparación con el modelo multivariable; además de los datos de muestras humanas se incluyen algunas muestras de fauna de Teopancazco. En esta gráfica la distribución de los resultados nos señala claramente que el perro es alimentado con la misma comida que sus propietarios, a diferencia de los conejos y liebres, aun cuando cabe la posibilidad de que fueran domésticos (Somerville *et al.*, 2017), fueron alimentados con pastos C₃. El puma, por su parte, ocupa su nivel trófico de primer carnívoro y su alimentación estuvo basada en la ingesta de proteína animal que se alimentó de plantas C₃, como por ejemplo conejos o venados.

Respecto a los entierros humanos, la mitad de los individuos muestreados de las cuatro colecciones, incluyendo a todos los provenientes de Kaminaljuyú se encuentran en el cluster 2 (dieta total: 30% C₃-70% C₄/CAM; dieta proteica >50% C₄). La otra mitad tiene un aporte mayor de alimentos y proteínas C₄/CAM.

La siguiente comparación que se presenta es con varias colecciones, tanto de humanos como fauna arqueológica, en las que se utilizó muestras de huesos.

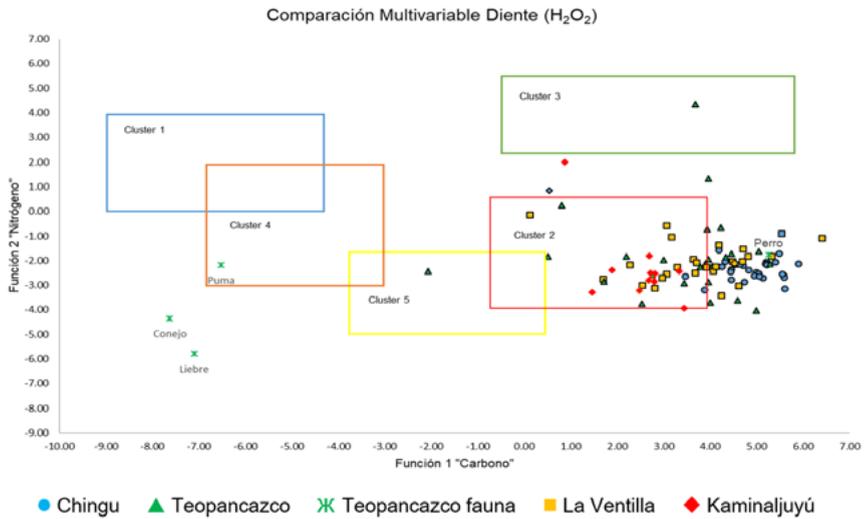


Figura 5. Multivariable con los datos de las muestras de diente de Teopancazco, La Ventilla, Chingú y Kaminaljuyú, y de fauna de Teopancazco (Temporalidad 200-650 d.n.e.). La limpieza de estas muestras se hizo con peróxido de hidrógeno

Los sitios representados son Chingú (Mejía, 2020), Teotihuacan con ejemplares del Tlajinga (Storey *et al.*, 2019) Templo de la Serpiente Emplumada, La Ventilla y San José 520 (Nado *et al.*, 2016), y los sitios mayas Barton Ramie, Ceibal, Altún Ha, Holmul y Lamanai (Somerville *et al.*, 2013). Se incluyeron resultados de análisis de fauna de la Pirámide de la Luna, Pirámide del Sol, Teopancazco y Oztoyahualco (Sugiyama *et al.*, 2015; Somerville *et al.*, 2016).

En la Figura 6, la gráfica distingue claramente la diferencia en el estilo de alimentación que había en los sitios del altiplano central y los de zona maya, pues destaca el consumo de más alimentos de origen C₃ para estos últimos asentamientos. En la Figura 7 los valores de nitrógeno de Chingú, Templo de la Serpiente Emplumada, San José 520 y Barton Ramie son los más bajos, mientras que en Lamanai y Altún Ha hay un consumo constante de alimentos de origen marino; esto se explica fácilmente por su ubicación, sin embargo, Barton Ramie y Holmul que también se encuentran a menos de 100 km de la costa de Belice no parecen haber utilizado esos recursos en abundancia. En Tlajinga 33 y La Ventilla hay algunos individuos que, sin llegar a ser estadísticamente valores atípicos, se distinguen del resto de la población muestreada, lo que indica el acceso diferenciado a los recursos alimenticios.

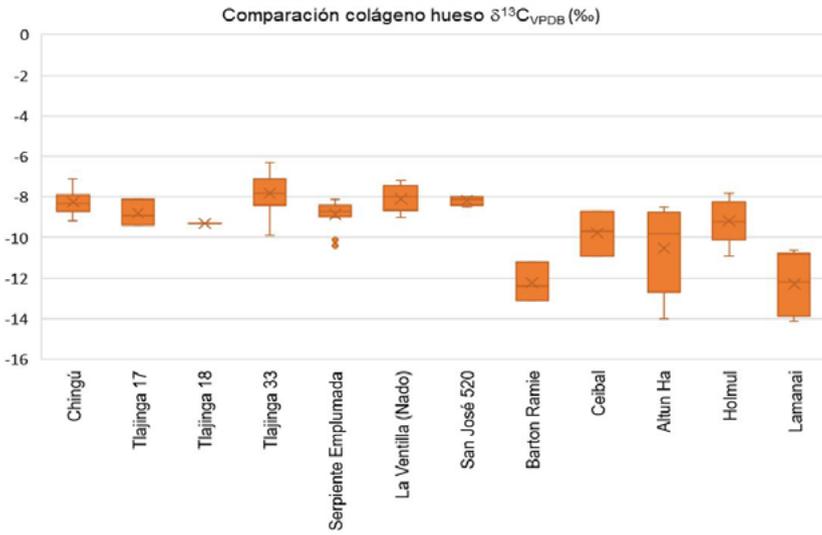


Figura 6. Comparación de los resultados de isótopos de carbono en colágeno de hueso de las muestras referidas

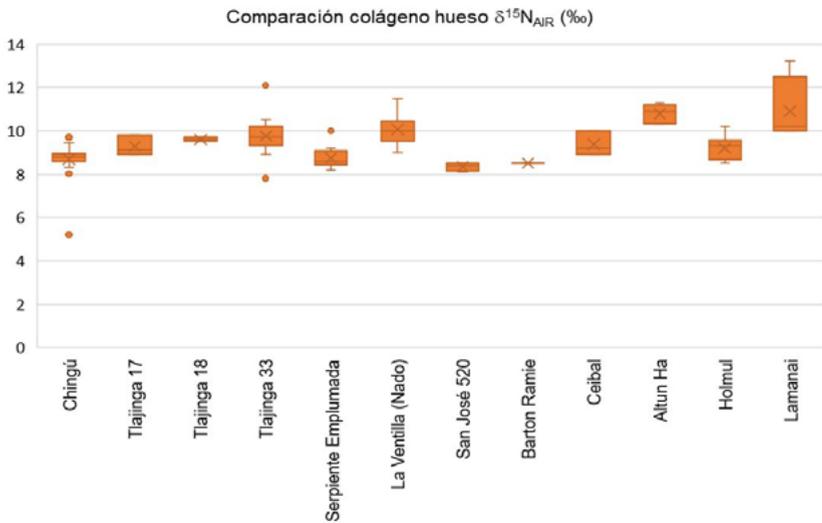


Figura 7. Comparación de los resultados de isótopos de nitrógeno en colágeno de hueso de las muestras referidas

Para hacer la comparación con el modelo multivariable se omitió el conjunto de Tlajinga pues no se encuentran publicados los datos completos que se requieren para llevar a cabo y se integran los de la fauna teotihuacana. Respecto a estos últimos, se puede inferir que los animales tuvieron una dieta natural, es decir con alimentos C_3 , y proteína alimentada con C_3 para el caso de las águilas y felinos, pero con un margen de aporte de plantas C_4 presente, algo que ha sido explicado por Somerville *et al.* (2016) como resultado de la domesticación y de la caza del conejo en espacios cercanos a los campos de cultivo para consumo humano y para los animales en cautiverio.

Por otra parte, en la Figura 8, podemos observar que los individuos de Chingú, La Ventilla y San José 520 tienen una dieta basada en alimentos y en proteína C_4 /CAM, compartida con algunos de los entierros provenientes de las ofrendas del Templo de la Serpiente Emplumada y con otros de Holmul, en cuyo caso se considera únicamente C_4 por la ausencia de cactáceas y agaváceas en la región.

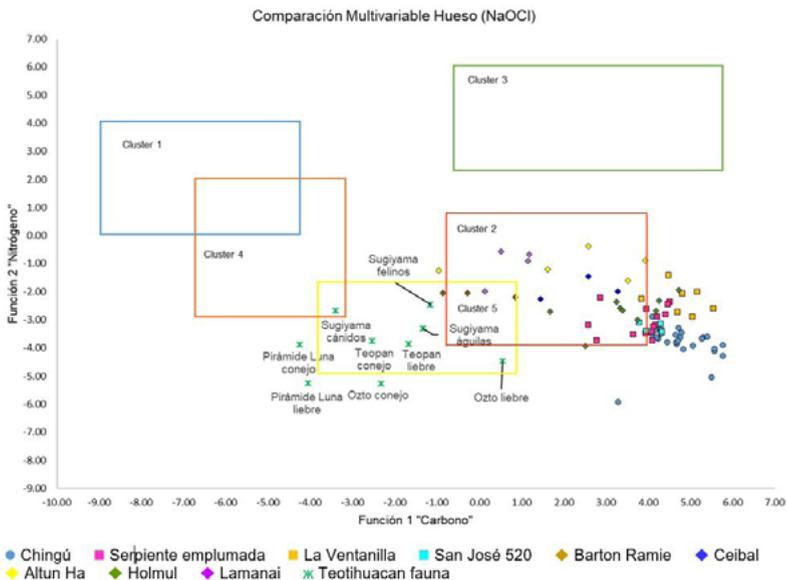


Figura 8. Multivariable con los datos de las muestras de diente de Chingú, Templo de la Serpiente Emplumada, La Ventilla, San José 520, Barton Ramie, Ceibal, Altún Ha, Holmul, Lamanai y de fauna de Teopancazgo, Ozttoyahualco y Pirámide de la Luna (Temporalidad 200-650 d.n.e.). La limpieza de estas muestras se hizo con hipoclorito de sodio

El resto de los individuos, que incluyen a la totalidad de las muestras de los sitios Barton Ramie, Ceibal, Altún Ha y Lamanai, se encuentran en el Cluster 2 que nos refiere a una dieta mixta con una relación 30% C₃-70% C₄ para la dieta total y >50% de proteína C₄, es decir la mitad de la proteína que ingirieron provino de animales silvestres, tal vez conejos, venados, iguanas, o pecaríes, y la otra mitad de animales probablemente domésticos como el perro. El consumo de recursos marinos está presente debido a los valores relativamente altos para el nitrógeno de forma homogénea en las muestras de Lamanai y Altún Ha pero no constituyeron la principal fuente de proteína en la dieta cotidiana.

Recursos naturales y decisiones culturales

Los estudios isotópicos aportan una metodología más para identificar las diferencias entre grupos sociales pues éstas pudieron ser expresadas en el consumo diferenciado de alimentos; estos grupos pueden formarse por edad, sexo, posición económica o social, oficio, y pueden ser mostradas sólo a nivel doméstico o en público. Dependiendo del caso se pueden relacionar únicamente con aspectos sociales y de tradición, con el rango que se ocupa en la unidad doméstica, o pueden tener un origen político y económico.

La cantidad y calidad de la comida es un indicador de la posición económica de los consumidores (De Garine, 1972); esto es algo que no sólo sucede en las sociedades capitalistas actuales, sino que es un rasgo característico del ser humano desde la formación de sociedades complejas por el prestigio que da, los alimentos de la élite están compuestos por los recursos raros, escasos o de difícil acceso y, por lo tanto, son los más costosos (Wing y Brown, 1979).

En ocasiones los tabúes y prohibiciones son parte del conjunto de reglas que impiden que se traspasen las fronteras entre clases; sin embargo, cuando ocurren cambios en la dieta, éstos pueden darse “por un deseo por incrementar el nivel de estatus, que se alcanza adoptando algunos elementos de las dietas de la clase alta” (Wing y Brown, *op. cit.*, p. 12, la traducción propia), cuando esto es posible.

En ese sentido cobra importancia lo que Somerville *et al.* (2013) anotan acerca de los resultados isotópicos de los pobladores de los sitios mayas que registraron pues a lo largo del periodo Clásico (200-900 d.n.e.). La dieta de la elite tuvo variaciones debidas tanto a la capacidad de obtener recursos foráneos o de mayor valor social además que sus alimentos eran cultivados en campos de agricultura intensiva; esta situación generalmente funcionaba para beneficio

de estos grupos, sin embargo, también el escenario puede revertirse debido a que esas tierras de cultivo pueden ser más vulnerables a sequías, plagas o ataques militares o los recursos autóctonos pueden dejar de estar disponibles por cambios en las rutas comerciales o de relación entre las ciudades. Por su parte, la dieta del pueblo en general se mantuvo estable durante todo el periodo ya que éstos dependían más de la milpa doméstica y el manejo de los recursos del bosque tropical cercano a sus viviendas, debido al patrón disperso de los asentamientos.

En Chingú el caso es contrario, pues si bien por las características de conservación del sitio no es posible diferenciar tajantemente a los miembros más favorecidos de la sociedad sí hay algunos elementos del registro arqueológico que permiten afirmar que en el estudio llevado a cabo (Mejía, 2020) se seleccionaron miembros tanto de diferentes estatus sociales como sexo y edades y que entre ellos no hay diferencias significativas en el acceso a los recursos alimentarios. Los resultados también indican que es un asentamiento con una dependencia excesiva en los alimentos C_4 /CAM y proteína C_4 con un aporte promedio de 80% de estos alimentos en su dieta.

Para explicar esta situación se puede considerar que hay factores ecológicos y político-económicos que distinguen a este asentamiento, que fue el más grande e importante del valle de Tula para la época. Chingú se encuentra en una posición geográfica privilegiada, entre ríos El Salado y Tula, en un ecosistema con una capacidad de carga adecuado para la agricultura intensiva de riego y un ambiente boscoso en los alrededores que permitió el sostenimiento continuo de grandes poblaciones, así como de la explotación de la cal, principal recurso mineral de la región (Melville, 1990).

En cuanto a su condición política y económica, Chingú es un asentamiento cuya función principal fue la organización de la exportación de la cal hacia Teotihuacan, y se le puede considerar un enclave dirigido o administrado directamente por el gobierno teotihuacano, lo cual le limitaría hacer tratos comerciales con las élites intermedias, quienes se encargaban de hacer los movimientos de productos entre las regiones y hacia Teotihuacan (Manzanilla, 2017), con la consecuente restricción en el acceso a recursos alimenticios foráneos y con ello a una dieta con mayor aporte de componentes C_3 o productos marinos.

Teotihuacan fue el principal asentamiento en el altiplano durante el Clásico, fue una ciudad extensa, muy poblada y multiétnica, organizada en barrios y cuadrantes (Manzanilla, 2017). Las excavaciones en múltiples unidades

habitacionales, han evidenciado que tanto entre las distintas casas en un conjunto, como entre conjuntos hubo jerarquías y cada familia pudo tener acceso diferenciado a ciertas materias primas u objetos, dependiendo también el rol que jugaban en la obtención de los mismos, guardando cierta relación de igualdad en lo general (Blanton *et al.*, 1996), sustentada en la economía de casa noble en la cual los administradores del barrio satisfacían las necesidades de las unidades domésticas que lo componían, y organizaban el trabajo artesanal (Manzanilla, 2012).

Los recursos que de forma natural se encontraban en la región eran abundantes y los sistemas de terrazas e irrigación los potenciaron, sin embargo por el número de habitantes es prácticamente imposible que las tierras de cultivo del valle de Teotihuacan fueran capaces de proveer el alimento para todos los habitantes (McClung, 1977), considerando además que la mayor parte de ellos se dedicaban a actividades artesanales y no de producción de alimentos (Gómez y Gazzola, 2004; Manzanilla *et al.*, 2011) por lo que probablemente la primera influencia ejercida por Teotihuacan fuera de su valle se produjo en otras regiones de la Cuenca de México (Gómez y Gazzola, 2004; Sanders *et al.*, 1979), principalmente las que reunían mejores condiciones para la agricultura intensiva y de pesca de lago como Azcapotzalco (García, 2002).

El cultivo principal fue sin duda el maíz y se puede decir que la población de la ciudad dependía en gran medida de este cultivo, tanto para el consumo directo como para la alimentación de los animales domésticos. Pero la importación y consumo de alimentos se llevaba a cabo dependiendo de las circunstancias propias del barrio en donde se habitaba, y probablemente también por el origen o filiación cultural que se tenía, además de la posición social o estatus del que se gozaba (Mejía, 2017) y por ello podemos ver que en todos los conjuntos hay individuos que sobresalen de entre sus vecinos y que sus valores indican un consumo cotidiano a lo largo de su vida de mayor cantidad de recursos C_3 o de productos de origen marino, sin que necesariamente se trate de un consumo exclusivo de la élite.

Conclusiones

Al llevar a cabo investigaciones acerca de la dieta antigua nunca está de más recordar que en los procesos de formación de los contextos arqueológicos intervienen agentes físicos, químicos y biológicos que pueden ocasionar que no lleguen a nuestras manos ciertos indicios o que la información que obtenemos

se encuentre alterada, principalmente por la acción de ciertos animales y plantas, o de eventos como el viento o la lluvia, además de los actos humanos que condicionan los sitios de depósito y la elección de lo que se tira (Rathje y Schiffer, 1980), sin embargo las técnicas arqueométricas nos han permitido encontrar parte de esas evidencias perdidas que ayudan a comprender los modos de vida de las sociedades pasadas.

Respecto a los resultados como tal, es necesario remarcar algunas conclusiones; primero es que efectivamente hubo diferencias importantes entre los sistemas de alimentación entre ambas regiones, por lo menos durante el periodo Clásico; las características medioambientales sin duda influyeron en la variedad de alimentos disponibles y el tipo de alimentos consumidos cotidianamente, un claro ejemplo es el consumo de alimentos de origen marino en las zonas costeras del Mar Caribe y de cactáceas y agaváceas en el Altiplano Central. Adicionalmente, vemos también una diferencia en cómo se enfrenta la producción y distribución ya que es posible inferir que en el Altiplano el cultivo y abasto del maíz es organizado, o por lo menos garantizado, por el gobierno central y de ahí la dependencia del monocultivo y en cambio en zona maya los huertos frutales y la siembra doméstica parecen haber sido la principal fuente de sustento.

Por otra parte, hablar de una mayor variedad en el origen de los recursos ingeridos, no forzosamente va a significar un mejor estado nutricional porque la cantidad, calidad, cocción y otros elementos que acompañan el proceso de la alimentación también intervienen en ello. El estado nutricional resulta del proceso biológico de la alimentación, los nutrientes almacenados en el cuerpo, la capacidad de este de afrontar estados de enfermedad y de desempeñar sus funciones, y tiene efectos sobre la composición, forma, tamaño y proporciones del cuerpo y sus consecuencias para el funcionamiento correcto del organismo (De Garine y Vargas, 1997). El hecho de contar con alimentos de origen diferente sin duda podría resultar beneficioso, pero hay que recordar que incluso con una dieta C₄/CAM las personas tuvieron acceso a las vitaminas, proteínas y minerales que aportan frutas de las cactáceas y agaváceas.

Una conclusión adicional es que el acceso a más recursos en las sociedades altamente estratificadas dependía de la posición social, económica y/o política del individuo y no siempre a la disponibilidad de los alimentos, es decir los recursos pudieron estar presentes en suficiencia para que toda la población pudiera consumirlos cotidianamente, pero no por ello todos los grupos sociales lo hacían; esto sucedía particularmente con los llamados periféricos y tal vez

con algunos de los secundarios, según la clasificación presentada por De Garine y Vargas (1997).

Finalmente hay que decir que con la aplicación de estas técnicas en las poblaciones arqueológicas de Mesoamérica y su análisis en conjunto ya sea por región, por temporalidad, o ambas, será posible analizar de mejor forma la alimentación, un aspecto sin duda importante en la vida cotidiana, y que refleja patrones sociales y económicos del día a día. Este trabajo no es sencillo debido al componente económico, pero haciendo una selección adecuada de las muestras y un manejo ético de los restos humanos patrimoniales seguramente será posible avanzar en este sentido.

Referencias

Arnaud Salas, M.

(2014) *Procedencia y dieta de una muestra ósea de La Ventilla 92-94 Teotihuacan* [Tesis de maestría, no publicada]. Universidad Nacional Autónoma de México

Ambrose, Stanley H.

(1990) Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 17, 431-451.

DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(90\)90007-R](https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90007-R)

Blanton, R., Feinman, G., Kowalewski S. y Peregrine P.

(1996) Agency, ideology and power in archaeological theory. A dual-processual theory for the evolution of Mesoamerican civilization. *Current Anthropology*, 37 (1), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1086/204471>

Casar, I., Morales P., Manzanilla, L.R., Cienfuegos E. y Otero F.

(2016) Dietary differences in individuals buried in a multiethnic neighborhood in Teotihuacan: stable dental isotopes from Teopancazco. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9 (1), 99-115. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0422-0>

Casar, I., Morales P., Cienfuegos E., Manzanilla L. R. y Otero F.

(2017) Paleodiet reconstruction based on Carbon and Nitrogen Isotopes of teeth from burials in Teopancazco. En Manzanilla L. R. (Ed.), *Multiethnicity and migration at Teopancazco*, (84-118). University Press of Florida, Gainesville.

De Niro, M. J. y Epstein S.

(1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, 495-506.

DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)

- (1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341-351.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(81\)90244-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(81)90244-1)
- Froehle, A. W., Kellner, Corina M. y Schoeninger M. J.
(2012). Multivariate Carbon and Nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 147, 352-369. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.21651>
- García Chávez, R.
(2002) La relación entre Teotihuacan y los centros provinciales del Clásico en la cuenca de México. María Elena Ruíz Gallut (Ed.), *Ideología y política a través de materiales, imágenes y símbolos. Memoria de la Primera Mesa Redonda de Teotihuacan* (pp. 501-527), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- De Garine, I.
(1972) The socio-cultural aspects of nutrition. *Ecology of food and nutrition*, 1, 143-163. DOI: <https://doi.org/10.1080/03670244.1972.9990282>
- De Garine, I. y Luis Alberto Vargas
(1997) Introducción a las investigaciones antropológicas sobre alimentación y nutrición. *Cuadernos de nutrición*, 20 (3), 21-28.
- Garvie-Lok, S., Varney, Tamara L. y Katzenberg, A.
(2004) Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: the effects of treatment time and acid concentration. *Journal of Archaeological Sciences* 31, 763-776. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.10.014>
- Gerry, J. P. y Krueger H. W.
(1997) Regional diversity in Classic Maya diets. Staller J. E., Tykot R. H. y Benz B. F. (Eds.), *Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize* (196-207). Academic Press, Boston.
- Gómez Chávez, S. y Gazzola J.
(2004) Una propuesta sobre el proceso, factores y condiciones del colapso de Teotihuacan. *Dimensión Antropológica*, 31, 7-57.
<http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=794>
- González, J., Ibarra, E., Zurita, J., McClung E. y Tapia H.
(1993) Microfósiles botánicos, fitolitos y polen. En Linda Manzanilla (Coord.), *Anatomía de un conjunto residencial teotihuacano en Oztoyahualco Vol. II* (pp. 661-728), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

- Hedges, R. E. M., Rhiannon E. S. y Koch Paul L.
 (2005) Isotopes in bones and teeth. En Melanie J. Leng (Ed.), *Isotopes in Palaeoenvironmental Research* (pp. 117-145). Dortrecht.
 DOI: <https://doi.org/10.1007/1-4020-2504-1>
- Hüls, M. C., Grootes P. y Nadeau M. J.
 (2007) How clean is ultrafiltration cleaning of bone collagen? *Radiocarbon* 49, 93-200. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033822200042119>
- Katzenberg, M. A.
 (2008) Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. En M. Anne Katzenberg y Shelley R. Saunders (Eds.), *Biological anthropology of the human skeleton* (413-441), Wiley-Liss, Hoboken.
- Katzenberg, M. A. y Roman G. H.
 (1997) What's in a bone? Recent advances in archaeological bone chemistry. *Journal of Archaeological Research*, 5 (3), 265-293.
 DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02229154>
- Kellner, C. M. y Shoening M.
 (2007) A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 1112-1127.
 DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.20618>
- Koch, P. L., Tuross N. y Fogel M. L.
 (1997) The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429. DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1996.0126>
- Manzanilla, L. R.
 (2012) Las “casas” nobles de los barrios de Teotihuacan: estructuras excluyentes en un entorno corporativo. En Annick Daneels y Gerardo Gutiérrez Mendoza (Coords.), *El poder compartido. Ensayos sobre la arqueología de organizaciones políticas segmentarias y oligárquicas* (pp. 313-332). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)-El Colegio de Michoacán.
 (2017) *Teotihuacan, ciudad excepcional de Mesoamérica*. El Colegio Nacional, México, 143 pp.
- Manzanilla, Linda R., Valadez R., Rodríguez B., Pérez Roldán, G., Padró J., Velézquez, A., Zuñiga B. y Valentín N.
 (2011) Producción de atavíos y tocados en un centro de barrio de Teotihuacan. El caso de Teopancazco. En Manzanilla L. R. y Hirth, K. G. (Eds.), *Producción artesanal y especializada en Mesoamérica: áreas de actividad y procesos productivos* (pp. 59-85), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

McClung de Tapia, E.

(1977) Recientes estudios paleoetnobotánicos en Teotihuacan, México. *Anales de Antropología*, XIV (1), 49-61.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ia.24486221e.1977.1.16831>

(1987) Patrones de subsistencia urbana en Teotihuacan. En Emily McClung y Evelyn Rattray (Eds.), *Teotihuacan. Nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas* (pp. 57-73), Universidad Nacional Autónoma de México.

(1993) De la subsistencia al disfrute. *Arqueología mexicana*, 1 (1), 27-30.

Mejía Appel, G. I.

(2017) Dietary and food patterns of the Teopancazco population. En Linda R. Manzanilla (Ed.), *Multiethnicity and migration at Teopancazco* (pp. 70-83), University Press of Florida, Gainesville.

(2020) *Chingú: dieta y migración en el Clásico a través de estudios isotópicos* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Melville, E.

(1990) Environmental and social change in the Valle del Mezquital, México, 1521-1600. *Comparative studies in Society and History*, 32 (1), 24-53.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S0010417500016327>

Morales, P., Cienfuegos, E., Manzanilla L. R. y Otero F.

(2012) Estudio de la paleodieta empleando isótopos estables de los elementos carbono, oxígeno y nitrógenos en restos humanos y fauna encontrados en el barrio teotihuacano de Teopancazco, Teotihuacan. Manzanilla Linda R. (Ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan* (pp. 347-423), Universidad Nacional Autónoma de México.

Montero López, C.

(2012) *From ritual to refuse: faunal exploitation by the elite of Chinikihá, Chiapas, during the Late Classic period* [Tesis de doctorado, no publicada] La Trobe University, Bundoora.

Nado, K. L., Zolotova N. y Knudson K. J.

(2016) Paleodietary analysis of the sacrificial victims from the Feathered Serpent Pyramid, Teotihuacan. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9 (1), 117-132.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0416-y>

Pestle, W. J., Brooke E., Crowley y Matthew T. Weirauch

(2014) Quantifying inter-laboratory variability in stable isotope analysis of ancient skeletal remains. *PLoS ONE*, 9 (7), e102844.

DOI: <https://doi.10.1371/journal.pone.0102844>

- Price, T. D. y Burton James H.
 (2011) *An introduction to archaeological chemistry*, Springer, Nueva York, 311 pp.
 DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6376-5>
- Rathje, W. y Schiffer M.
 (1980) *Archaeology*. Harcourt Brace Jovanovich, Inc., New York, 441 pp.
- Rodríguez Galicia, B.
 (2006) *El uso diferencial del recurso faúnicos en Teopanazco, Teotihuacan, y su importancia en las áreas de actividad* [Tesis de maestría, no publicado]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sanders, W., Parsons J. y Santley R.
 (1979) *The Basin of Mexico. Ecological processes in the evolution of a Civilization*. Academic Press, Nueva York, 561 pp.
- Sharer, Robert
 (2006) *The ancient Maya*, Stanford University Press, Stanford, 931 pp.
- Somerville, A. D., Fauvelle M. y Froehle A. W.
 (2013) Applying new approaches to modeling diet and status: isotopic evidence for commoner resiliency and elite variability in the Classic Maya lowlands. *Journal of Archaeological Science*, 40, 1539-1553.
 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.029>
- Somerville, A. D., Sugiyama, N., Manzanilla, L. R. y Schoeninger M. J.
 (2016) Animal management at the ancient metropolis of Teotihuacan, México: stable isotope analysis of leporid (cottontail and jackrabbit) bone mineral. *PLoS ONE*, 11 (8), e0159982. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159982>
- Somerville, A. D., Sugiyama, N., Manzanilla L. R. y Schoeninger M. J.
 (2017) Leporid management and specialized food production at Teotihuacan: stable isotope data from cottontail and jackrabbit bone collagen. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9, 83-97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0420-2>
- Storey, R. M. G., Buckley y Kennett D. J.
 (2019) Residential burial along the southern Street of the Dead: skeletons and isotopes. *Ancient Mesoamerica*, 30, 147-161.
 DOI: <https://doi.org/10.1017/S0956536118000032>
- Sugiyama, N., Somerville A. D. y Schoeninger M. J.
 (2015) Stable isotopes and zooarchaeology at Teotihuacan, Mexico reveal earliest evidence of wild carnivore management in Mesoamerica. *PLoS ONE*, 10 (9), e0135635. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135635>

Tykot, R. H.

(2006) Isotope analysis and the histories of maize. En John E. Staller, Robert H. Tykot y Bruce F. Benz (Eds.), *Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize* (pp. 131-142). Academic Press, Boston.

Valadez Azúa, R.

(1993) Macrofósiles faunísticos. En Linda Manzanilla (Coord.), *Anatomía de un conjunto residencial teotihuacano en Oztoyabualco Vol. II*, (pp. 729-831). Universidad Nacional Autónoma de México.

Van Klinken, G. J.

(1999) Bone Collagen Quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26, 687-695.

DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0385>

Warinner, C. y Tuross N.

(2009) Alkaline cooking and stable isotope tissue-diet spacing in swine: archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 36, 1690-1697.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.034>

White, C. D.

(2006) Ancient diet at Lamanai and Pacbitun. Implications for the ecological model of collapse. En Stephen L. Whittington y David M. Reed (Ed.), *Bones of the maya. Studies of ancient skeletons*, (pp. 171-180), University of Alabama Press.

White, Christine D., Spence, M. W., Longstaffe, F. J. y Law K. R.

(2004) Demography and ethnic continuity in the Tlailotlacan enclave of Teotihuacan: the evidence from stable oxygen isotope. *Journal of Anthropological Archaeology*, 23, 385-403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2004.08.002>

White, C. D., Storey, R., Longstaffe F. J. y Spence, M. W.

(2004) Immigration, assimilation and status in the ancient city of Teotihuacan: stable isotopic evidence from Tlajinga 33. *Latin American Antiquity* 15 (2), 176-198. DOI: <https://doi.org/10.2307/4141553>

Wing, E. y Brown A.

(1979) *Paleonutrition. Method and theory in prehistoric foodways*. Academic Press, Nueva York, 202 pP.

Wright, L. E. y Schwarcz, H. P.

(1999) Correspondence between stable carbon, oxygen and nitrogen isotopes in human tooth enamel and dentine: infant diets at Kaminaljuyú. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1159-1170. DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0351>