



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ESTUDIOS
MESOAMERICANOS
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOLÓGICAS

**PALEODIETA Y PROCEDENCIA GEOGRÁFICA EN CUATRO SITIOS
DEL PRECLÁSICO INFERIOR Y MEDIO:
ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES EN RESTOS ÓSEOS.**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORADO EN ESTUDIOS MESOAMERICANOS

PRESENTA:
MARÍA ARNAUD SALAS

DIRECTORA:
DRA. ANN MARIE CYPHERS TOMIC
INSTITUTO INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS, UNAM.

TUTORES:
DRA. ISABEL CASAR ALDRETE
INSTITUTO DE FÍSICA, UNAM.

DR. FELIPE RAMÍREZ SÁNCHEZ
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS, INAH.

CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, considerado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí contenidas, manifiesto que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Las citas de otras obras y las referencias generales a otros autores, se consignan con el crédito correspondiente”.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado en Estudios Mesoamericanos, a su personal docente y administrativo por las facilidades otorgadas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), proyecto N° 400216: Los olmecas bajo la lupa, a cargo de la Dra. Ann Cyphers Tomic; a quien agradezco inmensamente por permitirme ser parte de su proyecto, proporcionar los materiales de los sitios de San Lorenzo y Loma del Zapote y confiar en esta investigación, la gran paciencia, amistad y cariño.

A la Dra. Isabel Casar quién ha estado en todo momento para guiarme con paciencia, le agradezco profundamente compartirme su conocimiento, sus aportes a este trabajo, su tiempo, amistad y cariño.

A mis sinodales Dr. Felipe Ramírez, Dra. Stacey Sydmonds y el Dr. Luis Alberto Vargas por su tiempo, revisiones y comentarios, los cuales enriquecieron este trabajo.

Un gran agradecimiento especial a Anna Di Castro, por su paciencia y su gran ayuda con las correcciones de estilo.

A Gerardo Jiménez por su colaboración en la elaboración de mapas y a todos los arqueólogos y colaboradores del PASLT por el trabajo de campo, laboratorio y gabinete.

Gracias al Mtro. Pedro Morales puente, la M. en C. Edith Cienfuegos Alvarado, al M. en I. Francisco Otero Trujano y al laboratirusta Rafael Puente Martínez, personal del Laboratorio de Isótopos Estables (LIE) del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía del Instituto de Geología de la UNAM quienes amablemente me enseñaron y guiaron durante el análisis de los materiales, realizarón las mediciones y los trabajos analíticos de los isótopos.

Agradezco al personal del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) del Instituto de Geofísica de la UNAM que amablemente intervinieron en la obtención de datos de estroncio. A Teodoro Hernández Treviño por su ayuda en la preparación mecánica de las muestras. A Gabriela Solís Pichardo por realizar los trabajos analíticos isotópicos en el laboratorio de química ultrapura y la reducción de los datos. A Gerardo Arrieta García por las mediciones isotópicas.

Del mismo modo, agradezco a los arqueólogos Mario Córdoba Tello y Carolina Meza Rodríguez, quienes me permitieron y ayudaron a tomar las muestras del Proyecto Arqueológico Chalcatzingo y del Chalcatzingo Project dirigido por David C. Grove; a la arqueóloga Tamara Cruz y Cruz por su amabilidad y muestras del Proyecto de Salvamento Arqueológico Predio San Luis Tlatilco, N°10-2017 y a la Dirección de Antropología Física (DAF) por proporcionar las muestras recuperados en la Temporada IV del Proyecto Tlatilco, dirigido por Arturo Romano Pacheco.

Al antropólogo físico Enrique Villamar Vecerril quien siempre ha confiado en mi trabajo, por su amistad y su ayuda en la toma de las muestras de San Lorenzo y Loma del Zapote.

A Luis Hernández Lara, por sus revisiones puntuales, sus bien merecidos regaños, sobre todo por su incomparable amistad en todo momento.

A mis queridos amigos del Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlan: Arturo Madrid, Lilia Gregor, Ericka Ortiz, Luis Hernández, Argelia Ramírez por su apoyo y buenos momentos compartidos.

Agradezco a mi mamá, mi hermano, mi abuela, mi papá, mi familia Salas, mi familia Pineda por sus porras, amor y apoyo incondicional.

A Pau, Luca, Luciano, Amelie y Leo por ser lucitas en este camino y hacerme sonreír cada día.

A mis hermanas de la vida, Ericka, Sarai, Paulina, Gaby, Vero, Andrea, Tamara y Pamela por siempre estar, por su fortaleza y ser un gran soporte a pesar de la distancia.

A mis amigos y colegas Ananta, Xochitl, Yatz, May, Koty, Daniel y Ramón por su cariño y apoyo.

Agradezco infinitamente a mi familia Nieto – Horner, Selenium y Luis por ser mi casa durante este proceso, sobre todo por las alegrías compartidas.

Finalmente, a David Victory por ser mi compañero, por su amor y apoyo incondicional, gracias por hacerme reír cada día.

A Patricio con amor infinito.

ÍNDICE

Lista de figuras	iii
Lista de tablas	vi
Lista de gráficas	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: RESTOS ÓSEOS COMO INDICADORES DE DIETA Y MOVILIDAD	9
1.1 Antropología biológica	9
1.1.1 Teoría biosocial	10
1.1.2 Individuo biológico	12
1.2 Antropología de la alimentación y medio ambiente	18
1.3 Identidad étnica y cultura material	23
1.4 Movilidad	26
CAPÍTULO II: APLICACIÓN DE LOS ISÓTOPOS ESTABLES	32
2.1 Análisis Isotópico	32
2.1.1 Isótopos de Oxígeno	36
2.1.2 Isótopos de Carbono	38
2.1.3 Isótopos de Nitrógeno	41
2.1.4 Isótopos de Estroncio	43
2.2 Proceso de diagénesis en los restos óseos	45
2.3 Aplicaciones en Mesoamérica	48
2.3.1 Teotihuacan	49
2.3.2 Chalcatzingo	54
2.3.3 Área Maya	56
2.3.4 Soconusco	58
2.3.5 Golfo de México	59
CAPÍTULO III: TEORÍAS ARQUEOLÓGICAS	61
3.1 Subsistencia	61
3.2 Contactos e intercambio durante el Preclásico	68
CAPÍTULO IV: LAS MUESTRAS Y SU CONTEXTO ARQUEOLÓGICO	82
4.1 Muestreo	82
4.2 San Lorenzo y Loma de Zapote	85
4.2.1 Muestras contemporáneas	85
4.2.2 Muestras prehispánicas	87
4.2.2.1 San Lorenzo	90
4.2.2.2 Loma del Zapote	101
4.3 Tlatilco	106
4.3.1 Muestras Prehispánicas	108
4.4 Chalcatzingo	118
4.4.1 Muestras contemporáneas	121
4.4.2 Muestras prehispánicas de Chalcatzingo	122

CAPÍTULO V: METODOLOGÍA Y ANÁLISIS	132
5.1 Limpieza y molienda de las muestras	132
5.2 Preparación química	133
5.2.1 Separación y purificación de bioapatita	133
5.2.2 Extracción de colágeno de dentina de corona y hueso	134
5.2.3 Preparación y purificación de hueso mediante NaOCl	135
5.3 Análisis isotópico	136
5.3.1 Espectrómetro de Masas	136
5.3.2 Análisis isotópico $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en biopatita del esmalte y hueso	137
5.4 Metodología para evaluar diagénesis	137
5.5 Análisis estadístico	139
CAPÍTULO VI: RESULTADOS	143
6.1 San Lorenzo y Loma del Zapote	143
6.1.1 Agua	143
6.1.2 Flora moderna	145
6.1.3 Fauna moderna	147
6.1.4 Fauna arqueológica	147
6.1.5 Restos óseos de humanos prehispanicos	152
6.1.6 Colágeno	158
6.2 Tlatilco	160
6.2.1 Restos óseos de humanos prehispanicos	160
6.3 Chalcatzingo	165
6.3.1 Agua	165
6.3.2 Muestras Prehispanicas Chalcatzingo	166
6.3.3 Colágeno	172
6.4 Comparación entre los sitios San Lorenzo, Loma del Zapote, Tlatilco y Chalcatzingo	174
6.4.1 Agua	174
6.4.2 Método estadístico no-parametrico para $\delta^{18}\text{O}$	175
6.4.3 Método estadístico de desviación estándar para $\delta^{18}\text{O}$	176
6.4.4 Método estadístico no-parametrico para $\delta^{13}\text{C}$	177
6.4.5 Método estadístico de desviación estándar para $\delta^{13}\text{C}$	178
6.5 Resultado de composición isotópica de estroncio	180
CAPÍTULO VII: CONSIDERACIONES FINALES	185
BIBLIOGRAFÍA	197
APÉNDICES	
A Imágenes de las muestras tomadas en el sitio de San Lorenzo, Tenochtitlan y Loma del Zapote, Veracruz	221
B Imágenes de las muestras tomadas en el sitio de Chalcatzingo, Morelos	226
C Imágenes de las muestras tomadas en el sitio de Tlatilco, Estado de México	228
D Imágenes de las muestras contemporáneas de San Lorenzo, Tenochtitlan y Loma del Zapote, Veracruz.	231

Lista de figuras

Figura 1. Isótopo de carbono: posee 3 isótopos, dos estables (^{12}C , ^{13}C) y uno radioactivo (^{14}C). Tomado de Salazar y Silva 2017:77.	33
Figura 2. Representación de la relación isotópica de plantas de tipo C3, C4 y CAM. Tomado de Salazar y Silva 2017:80.	41
Figura 3. Valores de los niveles tróficos en ^{15}N y ^{13}C . Tomado de Salazar y Silva 2017:81.	43
Figura 4. Cantidad de muestras que se tomaron para la presente investigación.	84
Figura 5.- Ubicación de las áreas de donde se tomaron muestras en los sitios de San Lorenzo y Loma del Zapote. Parcela Margarito Hdz., Loma del Zapote, A3 Terraza grande, A4 Ilmenitas, Parcela HD, Parcela Alejandro Hdz., Monumento 14, Parcela Felix Domínguez, D5-31. Mapa cortesía de Gerardo Jiménez.	88
Figura 6. Entierro colectivo, área A4- Ilmenitas. Fotografía cortesía de A. Cyphers.	94
Figura 7. Estratigrafía del Núcleo HD126, ubicado en la parcela Margarito Hernández. Imagen tomada de Cyphers <i>et al.</i> 2014.	95
Figura 8. Estratigrafía del Núcleo HD77, ubicado en las terrazas. Imagen tomada de Cyphers <i>et al.</i> 2014.	96
Figura 9. Estratigrafía del Núcleo PSC 65, ubicado en las terrazas. Imagen tomada de Cyphers <i>et al.</i> 2014.	97
Figura 10. Entierro 1, A3 -Terraza grande. Fotografía cortesía de A. Cyphers.	99
Figura 11. Entierro 2, A3- Terraza Grande. Fotografía cortesía de A. Cyphers.	100
Figura 12. Dibujo de planta del entierro 2, área A3- Terraza grande. Tomado de Villamar: 2002:151	100
Figura 13. Entierro 1, Loma del Zapote, temporada 1992. Fotografía cortesía de A. Cyphers.	103
Figura 14. Entierro 1, Loma del Zapote temporada 1993. Fotografía cortesía de A. Cyphers	105
Figura15. Planta del entierro 1, Loma del Zapote temporada 1993. Tomado de Villamar 2002:123	105

Figura 16. Mapa de Tlatilco con la ubicación de las excavaciones durante las cuatro temporadas de campo. En el punto rojo se muestra el área de las excavaciones de la Temporada IV de donde provienen nuestras muestras. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991: 19.	107
Figura 17. Detalle de las unidades de excavación de la Temporada IV. Tomado de García Moll 2018:30.	107
Figura 18. Dibujo de planta del entierro 8, Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:86.	109
Figura 19. Dibujo de planta, entierro 93, localizado en la cala L. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:115.	110
Figura 20. Dibujo de planta, entierro 102, localizado entre las calas XLIII y XLVIII y crucero de calas XLII, XLIII, XLVII, XLVIII Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:117.	111
Figura 21. Dibujo de planta, entierro 104, localizado entre las calas XLY IX . Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:118.	112
Figura 22. Cajete con engobe negro pulido con decoración estilo Limón, diagnóstica de la fase San Lorenzo. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:228.	113
Figura 23. Dibujo de planta, entierro 113, localizado entre las calas XLIX . Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:121.	114
Figura 24. Dibujo de planta, entierro 199, localizado en los cuadros EE-11, FF11. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:152.	115
Figura 25. Cajete con engobe rojo pulido con decoración estilo Calzadas, diagnóstica de la fase San Lorenzo. Tomada de García Moll <i>et al.</i> 1991:259.	115
Figura 26. Dibujo de planta, entierro 203, localizado en los cuadros JJ-10,11; II-9, 10,11 Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:153.	116
Figura 27. Dibujo de planta, entierro 208, localizado en los cuadros EE-11,12,13, FF 12, 13. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll <i>et al.</i> 1991:155.	116
Figura 28. Mapa de las terrazas, algunas de ellas excavadas. Se observa la T-20, T- 25 y la Plaza Central de donde se tomaron muestras para la presente investigación. Tomado de Grove y Cyphers 1987:23.	120

Figura 29. Fotografía de campo del entierro 95, Puede apreciarse en la pizarra el número asignado en campo, entierro 3. Tomado de Fash William 1987:470.	121
Figura 30. Ubicación de los entierros al sur de la estructura 2 de PC4. En la Unidad E 84-S49 (punto rojo) se ubicó el entierro 14, el cual se muestre para la presente investigación. Tomado de Córdova <i>et al.</i> 2012:72.	126
Figura 31. Planta del entierro colectivo 14, se observan 3 individuos con los objetos asociados como ofrendas, entre los que se encuentran vasijas y 4 botellones. Tomado de Córdova <i>et al.</i> 2012:79.	127
Figura 32. Elemento 11, asociado al entierro 14. Botellón negro con decoración esgrafiada y pintura roja. Tomada de Córdova <i>et al.</i> 2012: 40	128
Figura 33. Mapa con los referentes de $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ de Price <i>et al.</i> 2009.	182

Lista de tablas

Tabla 1. Registro de las muestras de agua contemporánea.	85
Tabla 2. Registro de las muestras de flora contemporánea.	86
Tabla 3. Registro de las muestras de fauna acuática recolectadas.	86
Tabla 4. Registro de las muestras de restos óseos humanos. Las muestras A3-M18 y A6-M18 pertenecen al mismo individuo.	89
Tabla 5. Registro de las muestras de cánidos prehispánicos	89
Tabla 6.- Registro de las muestras de restos óseos humanos de Tlatilco, Estado de México.	108
Tabla 7. Registro de las muestras de agua contemporánea de Chalcatzingo.	121
Tabla 8. Registro de las muestras prehispánicas de hueso humano de Chalcatzingo.	122
Tabla 9. Resultados de las relaciones isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ y δH del agua contemporánea de San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas.	144
Tabla 10.- Resultados de las composiciones isotópicas de nitrógeno y carbono de la flora contemporánea, expresadas aquí como valores delta con relación al <i>Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB)</i> , así como el % de C y N.	146
Tabla 11. Resultados de las composiciones isotópicas de nitrógeno y carbono de fauna contemporánea.	147
Tabla 12. Resultados de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en esmaltes de cánidos de San Lorenzo y Loma del Zapote.	148
Tabla 13. Valores de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de San Lorenzo y Loma del Zapote, usando la técnica de NaOCl .	153
Tabla 14. Resultados de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno de tres muestras de San Lorenzo. Con la clave LIE, el tipo de muestra, el sitio, tipo de análisis y área.	158
Tabla 15. Resultados de las muestras de huesos humanos de Tlatilco, con la clave LIE, el tipo de muestra, sitio, temporada, la muestra que se tomó, el número de entierro, sexo, edad y los resultados de las composiciones isotópicas de oxígeno y carbono, expresadas como valores delta con relación al <i>Vienna PDB (VPDB)</i> .	161

Tabla 16. Resultados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ en colágeno de tres muestras de Tlatilco. 163

Tabla 17. Resultados de las muestras de agua contemporánea Chalcatzingo, con la clave LIE, el cuerpo de agua que se tomó, el poblado, la temporada y los resultados de las composiciones isotópicas de hidrógeno y oxígeno se expresan aquí como valores delta con relación al *Vienna Standard Mean Ocean Water* (VSMOW), el cual es un patrón de agua que define la composición isotópica del agua dulce. 165

Tabla 18. Resultados de las muestras de esmaltes y huesos humanos de Chalcatzingo, con la clave LIE, el tipo de muestra, área, los resultados de las composiciones isotópicas de oxígeno y carbono, así como la corrección de esmalte -1.5‰ y -2.3‰ respectivamente, expresadas como valores delta con relación al estándar *Vienna PDB* (VPDB). 167

Tabla 19. Resultados de las relaciones isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. 181

Lista de gráficas

Gráfica 1.- Representación de la línea Meteórica, en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de hidrógeno y oxígeno de las localidades muestreadas. Los marcadores llenos representan época de lluvias y los vacíos épocas de secas. 145

Gráfica 2.- Resultados isotópicos de carbono con los rangos de las plantas C3, C4/CAM, de la flora contemporánea de San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas. 146

Gráfica 3.- Representación de los resultados de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ en esmaltes y huesos de cánidos de San Lorenzo y Loma del Zapote según el área y temporalidad. San LorenzoA (SLA -1400-1200 aC.); San Lorenzo B(SLB- 1200-1000 aC.) y Chicharras (1500-1400 aC.). 149

Gráfica 4.- Representación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en esmaltes (corregidos -2.3‰) y huesos de cánidos por área y temporalidad. Valores dentro rectángulo azul corresponden a zona #1, dentro del rectángulo rojo a la zona #2 y fuera del rectángulo rojo la zona #3. 151

Gráfica 5.- Valores de $\delta^{18}\text{O}$ de muestras tratadas con NaOCl provenientes de individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote por área. Promedio -5.1‰ desviación estándar ± 0.6 y rectángulo azul zona del 68% de los datos, la roja es la zona #2 de datos dudosos. Los triángulos son los individuos del Preclásico Medio de A3-Terraza Grande. 154

Gráfica 6.- Se muestran los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de huesos de los individuos de Loma de Zapote y San Lorenzo tratados con NaOCl según las áreas muestreadas. Promedio -7.4‰ desviación estándar ± 1.5 , el rectángulo azul es la zona del 68% de los datos, la zona roja datos dudosos Los triángulos son los individuos del Preclásico Medio de A3-Terraza Grande. En la columna de la derecha se muestra la referencia de los porcentajes correspondientes a las plantas C4 y C3. 155

Gráfica 7. Valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote tratados con NaOCl marcando los rangos correspondientes a $X \pm 1\sigma$ tanto para $\delta^{18}\text{O}$ como $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras de restos humanos. Triángulos Preclásico Medio de A3 Terraza Grande. 157

Gráfica 8.-Resultados de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ para las muestras de colágeno en humanos en comparación con peces modernos. 159

Gráfica 9.- Valores de $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de individuos de Tlatilco tratados con NaOCl. Se calculó el promedio y la desviación estándar para encontrar el rango de los valores de cada parámetro que se marcan dentro de los rectángulos. El rectángulo azul remarca la zona #1 y el rectángulo rojo la zona #2. 162

- Gráfica 10.** Gráfico con la representación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ del colágeno del hueso de tres individuos de Tlatilco. 164
- Gráfica 11.-** Representación de la línea Meteorica, en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de la delta de hidrógeno y oxígeno estables de Chalcatzingo. 166
- Gráfica 12.-** Valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ de huesos y esmaltes de restos óseos humanos de Chalcatzingo. Los rectángulos muestran el rango establecido por $X \pm 1\sigma$ en azul y por $X \pm 2\sigma$ en rojo. Los triángulos indican los individuos del periodo Clásico. 168
- Gráfica 13.-** Valores de $\delta^{13}\text{C}$ en esmaltes y huesos tratados con NaOCl. de individuos de Chalcatzingo. Marcando los rangos correspondientes a $X \pm 1\sigma$ para $\delta^{13}\text{C}$. Los triángulos indican los individuos del periodo Clásico. 170
- Gráfica 14.-** Comparación de $\delta^{18}\text{O}$ en huesos y esmalte con -1.5‰ corrección entre resultados en la UNAM con resultados de hueso de Samantha Streuli en UCSD (2016). 172
- Gráfica 15.** Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de Chalcatzingo analizados en la UNAM y en UCSD por Streuli (2016). 173
- Gráfica 16.-** Representación de la línea meteórica en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de la $\delta^2\text{H}$ y la $\delta^{18}\text{O}$ de San Lorenzo, Loma del Zapote, áreas cercanas y Chalcatzingo, con una diferencia de cinco partes por mil (5‰). 174
- Gráfica 17.-** Representación de las cajas de los valores $\delta^{18}\text{O}$ correspondientes a los huesos y esmaltes de humanos en San Lorenzo (SL18O), Loma del Zapote (LZ 18O), Chalcatzingo (CH18O) y Tlatilco (TL 18O) según la estadística no paramétrica. 175
- Gráfica 18.-** Valores $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ de huesos humanos de San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco. Se marcan los promedios y los rangos locales, así como los valores dudosos de cada sitio. 177
- Gráfica 19** Gráfico de cajas donde se muestra que existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de San Lorenzo (SL13C), Loma del Zapote (LZ13C), Chalcatzingo (CH13C) y Tlatilco (TL13C) de $\delta^{13}\text{C}$. 178
- Gráfica 20.-** Representación de los valores $\delta^{13}\text{C}$ de en huesos y esmaltes de humanos en San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco. 179

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se ha caracterizado al periodo Preclásico por el surgimiento de las sociedades complejas en Mesoamérica, las cuales se identifican por la aparición de comunidades sedentarias con, marcadas desigualdades sociales, un notable aumento demográfico, una economía de producción y sistemas intensivos de cultivo (Cyphers 1992, 1997; Grove 1987; Velásquez 2010). Sin embargo, el fechamiento de los sitios del Preclásico varía según el área donde se encuentren al igual que sus desarrollos y relaciones en las distintas regiones, así como sus características únicas sociales y ambientales.

El Preclásico Inferior y Medio son un momento complejo por lo que han surgido diversas polémicas, entre ellas figuran los orígenes de los contactos y migraciones de los pueblos y por otro lado su subsistencia. Estos son los temas centrales en la presente investigación que abordará el estudio de tres regiones: la costa sur del Golfo de México, el Valle de Amatzinac y el noroccidente de la Cuenca de México.

Mediante el análisis de isótopos estables en restos óseos humanos y faunísticos prehispánicos, así como de muestras modernas de fauna y agua, se pretenden conocer aspectos de la dieta y procedencia-movilidad de las poblaciones preclásicas de San Lorenzo y Loma del Zapote, Veracruz; Tlatilco, Edo. de México y Chalcatzingo, Morelos. Nos interesa conocer los vínculos que posiblemente existieron entre estas áreas, por lo cual se profundiza en el conocimiento del periodo Preclásico.

Los objetivos de la presente investigación son:

- Determinar la naturaleza general de la dieta de los pobladores por medio de las relaciones isotópicas de carbono y nitrógeno en los restos óseos.

- Inferir el lugar de procedencia de los restos óseos por medio de las relaciones isotópicas de oxígeno y estroncio.
- Comparar la información obtenida mediante el análisis de las relaciones isotópicas con el contexto arqueológico, los materiales arqueológicos, los datos osteológicos y las hipótesis previamente establecidas.
- Crear una base de datos que permita comparar los valores de los resultados de nuestras muestras.

Subsistencia

La dieta es un fenómeno complejo que atraviesa la totalidad de la actividad humana y abarca contextos biológicos, sociales y culturales. Así, la dieta provee información que se ubica donde las ciencias biológicas y las ciencias humanas entran en contacto, pues concierne tanto al entorno natural como a la cultura, lo que permite entender los procesos bioculturales en una escala mayor y las relaciones sociales y económicas de la estructura social (Aguilar 2014:12; De Garine 1999:14). Por lo tanto, conocer las fuentes de alimento que adoptó cada población como base de subsistencia nos ayuda a entender sus consecuencias socio-culturales como, por ejemplo, el incremento poblacional, ciertas patologías y el desarrollo de sociedades con desigualdad incipiente.

Es elemental mencionar que el medio ambiente en el sur de la costa del Golfo y el Altiplano Central son totalmente diferentes y durante mucho tiempo se ha considerado al maíz como base de la subsistencia de todos los pueblos precolombinos de Mesoamérica. Cyphers y colegas mencionan que el supuesto universal de la dependencia del maíz continúa: “a lo largo del último siglo sigue la tendencia de considerar la estrecha relación entre el cultivo de granos y el surgimiento de las sociedades complejas...en la cual se

subraya la importancia del incremento de la producción de alimentos como una dimensión fundamental de su desarrollo” (Cyphers *et al.* 2013:45).

Sin embargo, muchas veces no se toma en cuenta que el medio ambiente es una variable crítica que cada cultura transforma. Así, la subsistencia durante el Preclásico parece haber variado de región a región; algunas veces fue la agricultura de maíz o de tubérculos o una dieta mixta, incluso la intensificación de la pesca, caza y la recolección.

Algunos investigadores concuerdan en que la práctica de la agricultura de maíz obligó a adoptar un estilo de vida sedentario, otros opinan que la economía de producción surgió como respuesta a la explosión demográfica, ya que su única ventaja frente a la recolección, la cual implica una dieta más variada con menor inversión de trabajo, es que permite obtener mayor cantidad de alimento por unidad de espacio en la misma unidad de tiempo. Además, las ventajas del maíz incluyen su plasticidad genética, que puede resultar en incrementos en el rendimiento a largo plazo y su potencial almacenaje (McClung y Zurita 1994; Velásquez 2010:29-36).

Sin duda alguna, la capacidad de producir alimentos y aprovechar los recursos que cada sociedad tomaba del área natural en el que vivía permitió comprender, estructurar y organizar su espacio creando distintos tipos de paisajes culturales. Tomando lo anterior como idea principal, podemos sugerir que el alimento base que los individuos de la costa Sur del Golfo y del Altiplano Central consumían era distinto debido al medio ambiente ecológico y cultural en el que se encontraban. Por lo tanto, en la presente investigación nos interesa conocer: si, ¿la base de la alimentación fue parecida para los habitantes de la costa Sur del Golfo y del Altiplano Central durante el Preclásico Inferior y Medio?; y ¿si dentro de cada población los recursos eran distribuidos de manera homogénea entre sus habitantes o existía un control sobre ellos?.

Contactos y migración

A lo largo de investigaciones previas sobre el Preclásico ha surgido una gama de suposiciones sobre contactos y migraciones del Altiplano con distintas áreas de la costa, o una expansión de la costa del Golfo hacia el Altiplano Central y otras áreas de Mesoamérica. Específicamente, el origen de los olmecas de la costa del Golfo es un tema polémico, ya que se ha planteado que surgieron en distintos lugares: Guerrero (Covarrubias 1957:76-77), Morelos (Piña Chan 1955), Oaxaca (Wicke 1971:147), los Tuxtlas (Heizer 1968) y la costa del Pacífico (Coe 1968:75; Coe y Diehl 1980-I:143). Sin embargo los datos arqueológicos de la larga secuencia cultural ininterrumpida en San Lorenzo indica un desarrollo *in situ* (Cyphers 2012:28; Grove 1974, 1981; Sharer 1978). No obstante, Cyphers apunta que:

“El origen de los olmecas no puede sustentarse con facilidad en migraciones o colonizaciones. Las propuestas que se refieren a migraciones que tuvieron lugar antes del 1400 aC. carecen hasta ahora de fundamento empírico, por lo tanto, es preferible pensar en términos de un desarrollo esencialmente local que inicia desde el periodo Arcaico, con consideraciones de los contactos culturales con otras regiones” (Cyphers 2012:32).

Por otro lado, durante mucho tiempo los especialistas han creído que las influencias o contactos con los olmecas del Golfo habrían estimulado los desarrollos culturales del Altiplano Central de México. Por ejemplo, en las décadas de los cuarenta, cincuenta y sesenta del siglo XX, la difusión y migración fueron mecanismos comunes para explicar similitudes culturales y diferencias entre regiones (Covarrubias 1957; Piña Chan 1955).

En el caso de la Mesoamérica preclásica, un modelo centrado en la costa del Golfo postuló que se difundieron rasgos culturales significativos desde la región olmeca a otras áreas (Coe 1965). Los olmecas fueron vistos como más desarrollados que sus contemporáneos y sus "influencias" se tomaron como un estímulo para la complejidad

cultural a través de Mesoamérica (Grove 1997, 2007).

La distribución de ciertos objetos se utilizó para esbozar las rutas de intercambio en el Preclásico Inferior y Medio, las cuales se han asociado con la temprana influencia ideológica de los olmecas que impactó el desarrollo de los pueblos distantes de la costa del Golfo (Bernal 1969; Caso 1965; Coe 1968; Lowe 1989). Sin embargo, otros planteamientos se enfocan en los contactos interregionales a través del intercambio (Cyphers 2012; Flannery 1968; Grove 1968). En relación al Preclásico Medio, González Lauck (1994) considera que la influencia no irradia de la costa del Golfo hacia otras regiones, sino que fue un periodo de gran innovación cultural con múltiples orígenes, lo cual formó complejas interacciones o influencias mutuas.

En términos generales, se han identificado dos momentos principales de la llamada presencia olmeca fuera de la costa del Golfo. Uno de ellos, entre 1400 y 1000 cal aC., se manifiesta en Tlatilco, en donde se ha encontrado en algunos entierros cerámica con decoración incisa que se asemeja a la de estilo olmeca; sin embargo, ésta forma un pequeño porcentaje del utillaje mortuario de los entierros de Tlatilco (Grove 2000; Tolstoy 1989). El segundo momento coincide con el auge de La Venta, y muestra de ello se encuentra en sitios como Chalcatzingo, Morelos; Teopantecuanitlán, Guerrero; Xoc, Pijijiapan y Tzuzuculi, Chiapas; y Chalchuapa en El Salvador, entre otros.

Las explicaciones sobre este fenómeno son variadas. Tradicionalmente se ha explicado la extensión de lo olmeca más allá de la costa del Golfo como el producto de un imperio con sus implicaciones sobre el control territorial, político, militar, económico y religioso (Caso 1965).

Como hemos notado anteriormente, la idea de interacción e influencia surgen por la presencia de materiales de estilo olmeca en ciertos sitios y en espacios definidos, como lo

son algunos de los entierros de Tlatilco y el altar de estilo olmeca de Chalcatzingo. Debido a esto, han surgido dudas sobre los vínculos que mantuvieron estos grupos durante el Preclásico Inferior y Medio, ya sea expresado en las ideologías religiosas, el estilo artístico y/o en las ofrendas.

Lo anterior, nos lleva a pensar que debieron tener complejas interacciones o influencias mutuas de carácter ideológico, social, político y económico; sin embargo, el contacto físico de los individuos no se puede confirmar sólo por el material arqueológico. Por lo tanto, pensamos que hubo una relación por medio de influencia o material de intercambio, quizá ideológico y no necesariamente físico, por lo cual cada sitio tuvo su propio desarrollo local. En este caso, nos interesa conocer: si, ¿el contacto entre las áreas geográficas fue directo o indirecto?

Métodos

Las polémicas antes mencionadas se abordan a través del estudio de los isótopos estables de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) y estroncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), que nos ayudan a conocer el área de procedencia de los individuos. Las relaciones isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) proveen datos de buena calidad para la reconstrucción de la dieta, la cual es una de las más importantes necesidades que deben cubrir los grupos humanos y se encuentra delimitada en gran medida por el medio, territorio y modo de subsistencia. Los grupos humanos, si bien ocuparon los mismos espacios y tuvieron acceso a recursos similares, buscaron combinaciones diferentes según sus particulares opciones culturales, tecnológicas y de organización social (Falabella *et al.* 2007).

Todas las muestras analizadas en esta investigación están bajo custodia de proyectos autorizados por el INAH. Se analizaron los restos óseos del Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán, dirigido por Ann Cyphers, pertenecientes al periodo Preclásico

Inferior y Medio, que fueron hallados en contextos fúnebres¹ de dos sitios olmecas: San Lorenzo y Loma del Zapote.

Del mismo modo, se tomaron muestras de individuos halladas en contextos fúnebres de distintas áreas de los sitios de Tlatilco y Chalcatzingo, recuperados por la Temporada IV del Proyecto Tlatilco, dirigido por Arturo Romano Pacheco, y por el Proyecto de Salvamento Arqueológico Predio San Luis Tlatilco, N°.10-2017, dirigido por Tamara Cruz y Cruz; por el Chalcatzingo Project, dirigido por David C. Grove y el Proyecto Arqueológico Chalcatzingo, dirigido por Mario Córdoba Tello y Carolina Meza Rodríguez.

Para el análisis, se tomaron muestras de esmalte, dentina y huesos de cada individuo, lo que nos indica la dieta de flora y fauna consumida, así como el área en la que el individuo tomó agua durante sus primeros y últimos años de vida, respectivamente. Es importante señalar que también se tomaron muestras de flora y fauna tanto prehispánicas como contemporáneas para establecer una base de datos del ecosistema que nos permite compararlo con los resultados de las relaciones isotópicas de los individuos y, además, es un aporte a los estudios de isótopos estables en Mesoamérica.

Organización de la tesis

La presente tesis se organiza de la siguiente manera: en el Capítulo I se desarrolla el marco teórico, cuyos conceptos giran en torno a la antropología biológica, retomando la idea que la esfera biológica del humano influye y es influenciada por su vida en sociedad, su cultura y medio ambiente. Por otro lado, nos enfocamos en teorías culturales como la

¹ Fúnebre: Relativo a las personas que han fallecido, remitiendo a cualquier representación socio-cultural relativa a la muerte de alguien y a las actividades que de ella se derivan tales como entierros, cremaciones, momificaciones, edificación de monumentos, sacrificios humanos, manipulación de restos óseos, desechos, entre otros y sea cual sea la opción que se practique, están caracterizados por un código simbólico sobre la base del cual se construye la realidad social.

antropología de la alimentación y medio ambiente e identidad y movilidad arqueológicas, las cuales nos ayudarán a comprender las formas de vida de las sociedades pasadas.

El Capítulo II abarca los métodos y técnicas para la determinación de los isótopos estables y su aplicación en las investigaciones arqueológicas. Nos interesa explicar las características de cada uno de los isótopos estables que utilizamos para nuestro análisis: isótopos de oxígeno, de carbono, nitrógeno, estroncio y su utilidad para el estudio de la movilidad y la dieta de las poblaciones del Preclásico. También mencionamos las técnicas utilizadas para contrarrestar el proceso de diagénesis de las muestras, ya que se han desarrollado varios protocolos químicos a fin de optimizar la extracción y purificación del colágeno disponible en huesos y dientes. Este capítulo se complementa con la información disponible sobre la aplicación de isótopos estables en Mesoamérica.

En el Capítulo III abordamos las teorías arqueológicas establecidas previamente entorno a la dieta, contacto e intercambio de las poblaciones de San Lorenzo y Loma del Zapote con otras áreas, especialmente con el Altiplano Central. El Capítulo IV se dedica a explicar el contexto arqueológico de las muestras. Para ello se presenta una introducción con los antecedentes arqueológicos de cada sitio y de cada una de las unidades de donde se tomaron las muestras para presentar en su totalidad el contexto, ya que éste será el que nos dé pauta para nuestros resultados.

El Capítulo V se dedica al análisis del material en el laboratorio, las técnicas que se llevaron a cabo; la purificación de las muestras, la extracción del colágeno en dentina y hueso. En el Capítulo VI se presentan los resultados obtenidos y su interpretación. Finalmente, en el Capítulo VII se muestran las consideraciones finales.

CAPÍTULO I

RESTOS ÓSEOS COMO INDICADORES DE DIETA Y MOVILIDAD

La presente investigación pretende conocer aspectos como la dieta² y movilidad de las personas durante el periodo Preclásico utilizando la información contenida en los restos óseos hallados en distintos contextos. Por ello, los conceptos teóricos que se abordan giran en torno a la antropología biológica, retomando la idea que la esfera biológica del humano influye y es influenciada por su vida en sociedad, su cultura y medio ambiente (Rodríguez 2005).

El primer apartado está basado específicamente en la teoría biosocial y a la biología de los humanos, es decir, en la formación de los huesos y dientes, que son los que nos proporcionan la información biológica. La segunda parte se enfoca en teorías culturales como la antropología de la alimentación y medio ambiente e identidad y movilidad arqueológicas, las cuales en conjunto nos ayudan a comprender las formas de vida de las sociedades pasadas.

1.1 Antropología biológica

La antropología biológica nace de la necesidad de reunir en un mismo estudio los datos que brindan en conjunto la cultura material y los restos óseos humanos, "La piedra angular de la antropología biológica es la interacción de la cultura y la biología humana" (Restrepo 2014:14; Katzenberg y Saunders 2000) ya que proporciona las bases para la interpretación de los restos humanos en la arqueología por medio de un adecuado registro de los esqueletos.

² Se emplea el término de dieta como el conjunto de alimentos que un individuo ingiere habitualmente, integrando los conceptos de alimentación y nutrición (De Garine y Vargas 1997).

Para Talavera y colegas (1999:23-24) la bioarqueología o antropología biológica, a nivel técnico, es una propuesta analítica que consiste en la aplicación ordenada de técnicas y métodos de distintas disciplinas para la descripción e interpretación de los restos biológicos de poblaciones antiguas, enfocándose al conocimiento de la unidad y la variabilidad del ser humano a través del estudio biológico y cultural de los individuos desde distintas perspectivas.

Por lo tanto, en la práctica arqueológica, los vestigios humanos en su contexto material se remite a dos momentos: en primera instancia al individuo en su característica orgánica, a la parte biológica de un sujeto, que posibilita conocer niveles de vida, nutrición, salud, diversas patologías, entre otros procesos dejando de lado su relación con otros individuos (osteobiografía). Sin embargo, mediante el estudio del contexto asociado, el individuo encontrado solo o en conjunto, nos remite al segundo momento, materializando una serie de condiciones sociales como lo son las costumbres funerarias, concepciones cosmogónicas y el cambio social entre los grupos humanos del pasado además de elementos de su contexto cultural (Bate 1996; Buikstra 1997; Talavera *et al.* 1999:23-24; Tiesler 2006: 71-74).

Esta variabilidad en el estudio de los restos óseos ha permitido el desarrollo de diversas posiciones teóricas que se orientan a la dinámica y complejidad que constituye el conocimiento de los procesos socio-culturales.

1.1.1 Teoría Biosocial

En la década de los ochenta e inicios de los noventa del siglo pasado, surgió desde la antropología biológica la teoría biosocial: la unión de la biología, psicología y la antropología, con la intención de entender la articulación de la sociedad y la biología en la

construcción del cuerpo humano (Monsalve *et al.* 2005:5; Restrepo 2014:13; Tiesler 2006:35).

El vínculo entre los ámbitos social, cultural, biológico y cómo éstos influyen mutuamente entre sí, es clave para comprender el papel de los restos óseos en el estudio social ya que estos materiales son modificados por la cultura: “el hueso es un tejido vivo y como tal responde a distintos estímulos que inciden en diferentes momentos de la vida del organismo” (Lagunas y Hernández 2000:7). Para entender estos vínculos es necesario hablar de tres aspectos:

1. Las formas y funciones biológicas se mantienen al igual que la significación fisiológica. El humano se concibe como un sistema biológico que funciona como un conjunto relacionado de células, tejidos, órganos y sistemas que se integran estructural y funcionalmente. El cuerpo humano tiene la capacidad de auto organización, pese a que ésta sea temporal y condicionada por factores externos, y de existir relativamente independiente en un medio dado; no así sus partes constitutivas (órganos, tejidos, células), las cuales por sí solas no son funcionales (Restrepo 2014:18; Tiesler 2006:53).

2. Lo biológico se modifica dentro de los procesos socio culturales, perdiendo o modificando su significación fisiológica (Martínez y Téllez, 2010). Se concibe al organismo humano como un sistema biológico que se encuentra en unidad con el medio biosocial que lo rodea, adquiriendo un sentido y significado sociocultural debido a la interpretación de la sociedad, partiendo del concepto de "individuo", como unidad básica y elemento estructural del sistema social en que participa (Heidt 2004; Tiesler 2006:18-53), como menciona Tiesler: "el cuerpo humano juega un papel social fundamental, no solo como requisito físico, indispensable para cualquier tipo de interacción cultural, sino

también como punto de referencia, medio y objeto de enlace. Así concebido, figura tanto como sistema natural como producto social" (Tiesler 2006:13).

3. La tercera perspectiva abarca el aspecto social estableciendo nuevas relaciones biológicas (Barkow *et al.* 1975). Nuestra biología establece limitantes que en sociedad se vuelven maleables y, al transformarse, éstas se comportan como las nuevas bases del proceso de construcción del cuerpo humano, en donde el significado de dichos límites es sociocultural (Leatherman y Goodman 1997; Monsalve *et al.* 2005:9; Rosental y Straks 1965:110).

La biología humana en general y los diferentes procesos de crecimiento, maduración, alimentación con sus repercusiones sobre el estado de nutrición y muerte, están sujetos a las condiciones materiales de vida producidas en sociedad, como lo son: modo de producción de los bienes materiales necesarios para la existencia de la vida humana, el medio geográfico y la densidad poblacional (Lagunas y Hernández 2000; Restrepo 2014:20; Rosental y Straks 1965:55; Uberlarker 1996).

La teoría biosocial propone comprender los fenómenos aplicando técnicas de campos como la química, las matemáticas, entre otras ciencias (Terrazas 1998:115-128). Dicha interacción entre ciencias promueve una interdisciplinariedad que nos brinda la posibilidad de comprender nuestro objeto de estudio de una forma más concluyente.

1.1.2 Individuo biológico

Como se ha mencionado, el ambiente, la sociedad y la cultura son factores que influyen sobre la biología del humano; esta interacción se manifiesta en el tejido óseo, pues es de donde se obtienen los datos biológicos que nos permiten las interpretaciones culturales acerca de la dieta y la movilidad, ya que la variabilidad biológica e isotópica que se revela en la estructura ósea marca los contrastes en y entre las poblaciones. Como mencionan

Tiesler y colegas (2006:21) "La evaluación directa y cuantificación de la historia metabólica del tejido óseo a través de los productos de remodelación, permite un acercamiento objetivo e integral del estudio a los procesos dinámicos, fisiológicos que sucedían en poblaciones pasadas". Para comprender tales procesos es necesario conocer la estructura microscópica del hueso, su remodelación y la estructura dinámica del tejido óseo (Lewontin *et al.* 1991).

Por lo tanto, es necesario comprender que los alimentos constituyen la sustancia para que el cuerpo mantenga su composición bioquímica y le proporcionan la energía necesaria para su metabolismo y la formación de huesos.

Los alimentos atraviesan por distintos procesos para llegar a construir y configurar la estructura ósea: el primero tiene que ver con la digestión, pues no están en la forma adecuada que el cuerpo necesita para nutrirse. Éstos deben transformarse en pequeñas moléculas de nutrientes, las cuales serán absorbidas por la linfa y la sangre, luego serán transportadas hasta cada célula en donde se lleva a cabo el proceso anabólico y catabólico que conocemos como nutrición. La digestión es un proceso completamente biológico, llevado a cabo por el sistema digestivo que genera las acciones bioquímicas y mecánicas indispensables para lograr la descomposición del alimento y la absorción de nutrimentos (De Garine 2016:78; Jackes 1993; Sánchez 2002; Terrazas 1999).

Dicho proceso comienza con la ingesta, y continúa por medio del desdoblamiento químico realizado por las enzimas presentes en las secreciones producidas por las glándulas del aparato digestivo: saliva, los jugos gástricos, intestinales, pancreáticos y bilis; es decir, la introducción del alimento a la boca es donde la mezcla de alimentos pasa por el tracto digestivo hasta los órganos grandes y huecos que poseen una capa muscular que hace que sus paredes se muevan y mezclen la comida. En ese momento, los

nutrimentos pasan por las paredes de algunos órganos del tubo alimentario hacia los capilares sanguíneos y linfáticos para ser asimilados o, en su caso, las sustancias no absorbidas son transportadas al intestino delgado; todo lo que no fue digerido como fibras o células viejas van al colon o riñones y se desechan como heces fecales y orina.

Una vez que sucede la digestión, las moléculas van al sistema circulatorio y son transportadas a las células en las que se lleva a cabo el siguiente proceso: el metabolismo. El metabolismo es el conjunto de todas las transformaciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en las células y en el organismo. Tiene dos aspectos funcionales: la síntesis de sustancias en los órganos y las células (anabolismo) y, por otro lado, la producción de energía (catabolismo) que necesitamos para las actividades muscular, mental, celular, de crecimiento, entre otras.

Los procesos del metabolismo necesitan nutrientes indispensables para cumplir tres funciones vitales:

- a. Energética: generar energía por medio de procesos oxidativos donde intervienen la glucosa, los aminoácidos y los ácidos grasos.
- b. Estructural: forma parte de los tejidos y células como las proteínas y algunos iones inorgánicos.
- c. Reguladora: controlar los procesos del organismo en los que participan proteínas, vitaminas, iones inorgánicos y las moléculas como el agua y el oxígeno (Benninghoff y Derrickson 2009; Gilroy *et al.* 2013; Nielsen y Miller 2012; Tortora *et al.* 2013).

Para que se lleven a cabo estas funciones vitales, la dieta debe estar integrada por diversos alimentos que aporten nutrientes y otras sustancias para la formación, crecimiento y desarrollo del cuerpo humano. Estos se encuentran combinados en una variedad de comestibles tanto de origen animal como vegetal, como lo son:

Hidratos de carbono: compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Los hidratos de carbono son el principal componente de los alimentos humanos, los más fáciles de obtener y de más fácil digestión y son de gran importancia para la nutrición ya que aportan calor, energía y participan en el metabolismo de las grasas.

Proteínas: Las proteínas son macromoléculas complejas que pueden constituir el 50% o más del peso seco de las células vivas y tienen un papel fundamental en su estructura y función. Estos biopolímeros están constituidos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y la mayoría de las veces contienen azufre (Cheftel *et al.*1989:1). Las proteínas son las principales constituyentes de las células y tejidos de la materia viva pues el metabolismo proteico tiene la función principal de aportar el nitrógeno y los aminoácidos necesarios para la síntesis de las proteínas corporales y las demás sustancias nitrogenadas.

Lípidos o grasas: Son un grupo de diversos compuestos orgánicos constituido por carbono, oxígeno e hidrógeno. Los triglicéridos son la clase más común de lípidos que se encuentran en el organismo y en los alimentos. Los lípidos tienen importancia en la nutrición por que son fuente concentrada de calor y energía, son el medio de transporte de algunas proteínas y de las vitaminas liposolubles; actúan como aislante para mantener la temperatura corporal y son la reserva de energía del organismo. En general, las calorías utilizadas como energía se obtienen principalmente de los carbohidratos, lípidos (grasas) y proteínas.

Vitaminas y minerales: Las vitaminas son sustancias orgánicas no relacionadas químicamente, esenciales en la dieta humana en cantidades diminutas, pero útiles en reacciones metabólicas específicas. Son clasificadas de acuerdo con su solubilidad en agua o aceite, ya que esta propiedad determina patrones de transporte, excreción y almacenamiento en el cuerpo humano (Wing y Brown 1979a). Por otro lado, los minerales

están presentes en el cuerpo en grandes cantidades, siendo los más esenciales el calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cloro y azufre, los cuales regulan procesos vitales como son el equilibrio ácido-base y la presión osmótica (Wing y Brown 1979a, 1979b).

Agua: Después del oxígeno, el agua es una de las moléculas más importantes para la vida. Todos los seres vivos la contienen. Es el mayor componente del cuerpo humano, constituyendo del 50 al 70% del peso: el tejido muscular magro contiene alrededor del 73% de agua y el tejido adiposo aproximadamente el 20%. El agua pasa del interior al exterior de las células a través de las membranas celulares y la mayor parte de los compuestos químicos que constituyen el organismo se encuentran en solución.

Todos estos nutrimentos forman y dan estructura al cuerpo y permiten el crecimiento, constituyendo los huesos, dientes, tejidos y músculos (calcio y fósforo) y forman parte de las células y líquidos corporales. Arqueológicamente, sólo se recuperan los tejidos mineralizados: dientes y huesos que poseen información sobre las formas de vida que cada individuo llevó.

El hueso está constituido por una matriz orgánica (colágeno, glicoproteínas, proteínas estructurales), minerales inorgánicos (hidroxiapatita) y agua. Alrededor del 95% del material orgánico está integrado por proteínas y colágenos, en particular el colágeno tipo I (Tiesler *et al.* 2006:23). La porción inorgánica está conformada por cristales de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), llamada también bioapatita, incrustados en las fibras de colágeno (White y Folkens 2000). En la microestructura laminar se reconocen dos componentes sustanciales: a) el hueso primario, constituido por láminas intersticiales; b) y el hueso secundario, producto del incesante proceso de remodelación.

Es importante recordar que la deposición del hueso ocurre en dos niveles diferentes. Durante la modelación, el hueso crece y la morfología macroscópica cambia con el

tiempo, mientras que la remodelación implica que nuevo hueso en forma de osteonas secundarios remplace el sustrato óseo ya existente sin que haya un aumento en el tamaño del segmento.

A pesar de la elevada proporción inorgánica que caracteriza al hueso, el tejido óseo es una estructura altamente dinámica y se encuentra en continuo cambio durante toda la vida del individuo. Tiene la capacidad de repararse y renovarse según las condiciones mecánicas o químico-físicas, fisiológicas y patológicas (Tiesler *et al.* 2006:24-27).

A diferencia, el esmalte dental es una sustancia extracelular altamente mineralizada que protege la superficie apical del diente, la cual es la más dura y mineralizada del organismo (95% de matriz inorgánica, 2% de matriz orgánica y 3% de agua) la cual se forma una vez y no se regenera. Cabe mencionar que los cristales de la bioapatita de éste son más grandes y ordenados que los del hueso dándole al esmalte más resistencia a los procesos diagenéticos.

El conocer las características y el grado de preservación de restos óseos derivados de contextos arqueológicos es importante, pues es lo que nos dará información específica de la procedencia y tipo de dieta consumida que se encuentra en la composición isotópica tanto del colágeno como de la bioapatita de los restos dentales y óseos.

Spence y colegas (2004) mencionan que los dientes son una buena muestra para analizar, ya que los elementos y sus isótopos de lo que comemos y bebemos se incorporan a estos tejidos en el curso de su formación y, como el esmalte no se reconstruye, se guarda en el registro permanente en los dientes. En los humanos la dentición permanente termina alrededor de los 12 años; por lo tanto, el conjunto de dientes contiene la historia completa de las fases del crecimiento rápido a partir del principio de la vida de un individuo hasta su adolescencia. En los dientes, la dentina y el esmalte crecen por acreción y conservan

una estructura laminar que aumenta en escalas mensuales durante su formación (Morales y colegas 2012:387). Al contrario de los dientes, los huesos se reconstruyen continuamente, lo cual permite ver si hubo un cambio en los valores isotópicos (Spence *et al.* 2004:473). Lo anterior ayudará a conocer el estado de alimentación y nutrición de un individuo, es decir la dieta, además proveerá información de otros aspectos como la procedencia y si existió una movilidad de un área a otra (De Garine y Vargas 1997).

1.2 Antropología de la alimentación y medio ambiente

Para adentrarse en el conocimiento de la dieta, se debe comprender la diferencia entre dos conceptos: la alimentación y la nutrición, los cuales son parte de un mismo proceso (Álvarez *et al.* 2000; Covián 1984; De Garine y Vargas 1997, 2006:103- 115). Por un lado, la alimentación es un conjunto de procesos biológicos, psicológicos, sociológicos y culturales relacionados con la conceptualización, obtención, preparación e ingesta de alimentos, mediante los cuales el individuo obtiene la energía y los nutrientes que necesita para su funcionamiento, sin embargo, es un proceso voluntario, consciente y educable en donde se seleccionan, preparan e ingieren los alimentos dependiendo de la disponibilidad, del aprendizaje-educación, costumbres, factores culturales, económicos y hábitos alimentarios.

En cambio, la nutrición es el conjunto de procesos involucrados en la obtención, asimilación y metabolismo de los nutrientes por el organismo. Es, fundamentalmente, un proceso celular que ocurre en forma continua y está determinado por la interacción de factores genéticos y ambientales (De Garine y Vargas 1997). Los objetivos de dicho proceso son:

- Suministrar energía para el mantenimiento, funciones y actividades del cuerpo.

- Aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y la reproducción.
- Suministrar las sustancias necesarias para regular los procesos metabólicos.
- Reducir el riesgo de algunas enfermedades.

El proceso nutritivo es involuntario e inconsciente y el que resulte o no satisfactorio depende de la acertada elección de la comida, es decir de la alimentación. La antropología de la alimentación propone un análisis biocultural integral que establezca la relación entre los recursos naturales, su uso como alimentos, las consecuencias nutricionales y sociales sobre el grupo humano, en donde, de acuerdo con De Garine y Vargas (1997, 2006), deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Ambiente y ecología.
- b. Recursos: identificación de los recursos animales, vegetales, minerales y conocimiento de las especies.
- c. Productos materiales de la cultura: tecnología para la obtención, almacenamiento, producción y consumo de los alimentos.
- d. Productos ideológicos de la cultura: patrones de asentamiento y organización social relacionados con la obtención, preparación, distribución y consumo de alimentos. Ideología relativa a la alimentación, rituales y actividades religiosas ligadas a la comida y bebida.
- e. Biología humana y nutrición: deben tomarse en cuenta la presencia de particularidades biológicas como alteraciones metabólicas relacionadas con la nutrición y variabilidad de la constitución física de los individuos (Rivera y Ruiz 1998).

Estos aspectos se encuentran determinados por una dimensión geográfica ya que están ubicados en un medio ambiente específico y regional, dependen en su mayor parte de los recursos disponibles a nivel local, que permitirá la explotación del medio y las relaciones dentro de su esfera de interacción; dependen también de una dimensión diacrónica, es decir dependen del tiempo, de las variaciones estacionales (De Garine 1999:24; Symonds *et al.* 2002).

La estacionalidad es una característica de todos los sistemas alimentarios, la cual tiene consecuencias biológicas, psicológicas y sociales. Estas fluctuaciones estacionales varían desde los periodos de abundancia y escasez hasta las catástrofes naturales (Chambers *et al.* 1981; De Garine y Harrison 1988; De Garine y Koppert 1990). Motiva respuestas materiales con consecuencias biológicas relacionadas con las prioridades que se refieren a la producción y distribución de los alimentos. En cierto nivel de organización, implica la movilización de las redes sociales y en el aspecto simbólico estimula respuestas rituales que influyen sobre el ser psicológico de los miembros de la sociedad (De Garine 2016:49).

Los recursos naturales tienen un papel básico sobre la manera como el grupo obtiene o produce el alimento ya sea por medio de la depredación (colecta, caza, pesca), la producción sistemática (acuicultura, agricultura y ganadería) o por comercio e intercambio, ya que uno de los elementos que distingue al humano es que no está limitado a consumir los alimentos del lugar en que vive y el intercambio comercial con otras regiones permite obtener alimentos que no son producidos en el entorno en el que se vive (De Garine y Vargas 2006:107).

En cuanto a la producción, Márquez *et al.* (2006) mencionan que la adopción de la agricultura representó un cambio en el modo de subsistencia y un ajuste económico que trajo consigo una serie de transformaciones. La eficiencia energética de la agricultura y la

cantidad de alimento producida fue mayor que la que podía obtenerse de la caza y la recolección. Así, la agricultura se encuentra siempre relacionada con el aumento en tamaño y densidad de las poblaciones.

Para discutir el origen de la agricultura es necesario ante todo caracterizar los rasgos distintivos de este proceso y distinguirlo de otras formas de obtener y producir recursos. La principal diferencia entre la recolección de plantas y la agricultura es que mientras la primera actividad implica una cosecha directa de productos naturales, la segunda involucra un proceso productivo mediante el cual la naturaleza es transformada y la disponibilidad de recursos es controlada.

Un manejo agrícola generalmente incluye alguna forma de manipulación del ambiente que tiene como propósito crear un medio artificial en el que el humano procura controlar variables, como cantidad de nutrimentos, humedad, luz, temperatura, competidores, depredadores y otros factores ecológicos, con el fin de asegurar la disponibilidad de recursos vegetales (Casas y Caballero 1995).

Por lo tanto, es importante tener en cuenta, como menciona Sanders (1962), que cada entorno es distinto y ofrece a la ocupación humana un conjunto de diferentes retos y, por lo tanto, se pueden esperar distintas respuestas de adaptación. Hay respuestas alternativas que son más probables que ocurran que otras, pudiendo ser tecnológicas, sociales e incluso religiosas. De acuerdo con las necesidades de cada cultura es que se toma el camino que tiene mayor eficacia en la utilización del medio ambiente.

Sin embargo, mediante los estudios arqueológicos se ha establecido una convención: distinguir entre sociedades cazadoras-recolectoras, pastoriles y agrícolas, al colocarlas en una secuencia evolutiva, sin tomar en cuenta que la mayoría de las sociedades practican un modo de subsistencia mixto, más que uno exclusivo. El término de subsistencia mixta está

basado en una combinación de los cultivos y los recursos silvestres recolectados, la caza y la pesca, lo cual varía de acuerdo al entorno y a las necesidades de sobrevivencia. Las dietas mixtas permiten que algunas sociedades tengan una dieta con mayor variedad que otras y es un contexto importante para comprender las relaciones entre la población, la intensificación de la subsistencia, la complejidad social y el cambio económico como paisajes de la producción agrícola temprana (De Garine 2016:38; Killion 2013).

Los comportamientos alimentarios marcan tanto las semejanzas como las diferencias, clasifican y jerarquizan a las personas y a los grupos, expresan formas de ver al mundo e incorporan una evocación simbólica, pues la ingesta de los alimentos también implica la incorporación de sus propiedades morales y comportamientos, contribuyendo así a conformar su identidad individual y social. El caso del consumo de alimentos es una necesidad biológica que se ve modificada hasta el punto en que se come sólo lo que se instaure (Goodman y Letherman 1998; Terrazas 1998).

Es necesario entender que la alimentación y la nutrición no están separadas una de la otra, son componentes de un proceso que necesitamos comprender en ambas direcciones, es tan complejo el fenómeno de la alimentación humana que concierne prácticamente a todos los ámbitos de lo social. Se trata de una serie de actividades que va desde la producción, la preparación la circulación de mercancías y el consumo, pasando por el mantenimiento del cuerpo, sus expresiones estéticas y éticas, la comunicación oral, el inconsciente individual, el imaginario colectivo y un gran etcétera (De Garine 1999:30; Ávila 2016:25; Restrepo 2014:15).

Por ello Marcel Mauss (1950) lo calificó como un hecho social total, es decir que tiene que ver con todos los aspectos bio-psico-eco-socio-culturales de la vida. Por lo tanto, es

importante abordar este fenómeno en forma integral y en perspectiva pluridisciplinaria, así como con los aportes conceptuales y metodológicos de distintas ciencias.

1.3 Identidad étnica y cultura material

La importancia de hablar sobre identidad étnica y cultura material radica en que la arqueología ha considerado la presencia de materiales arqueológicos foráneos hallados en contexto funerarios, ya sea directamente como ofrenda o dentro de un área como indicador de la movilidad de los individuos, lo que no necesariamente es concluyente para indicar que los individuos como tales fueran foráneos. No obstante, a través de ciertos rasgos como la vivienda, los rituales funerarios y domésticos, o actividades artesanales como la producción de cerámica, la importación-exportación e imitación de materiales arqueológicos, se puede reconocer la identidad de un grupo específico (Arnaud Salas 2013).

Esto es posible debido a que la identidad surge como una distinción por parte de los actores sociales, ya sean individuales o colectivos. A escala arqueológica no podemos hablar de los sujetos en sí mismos, pero por medio de la pruebas arqueológica podemos acercarnos a la colectividad de un grupo. Esto se basa en la idea planteada por Hodder (1994) de que la cultura material posee un activo significado simbólico a partir del cual se construyen relaciones entre los seres humanos y se comunica información social; como menciona Bonomo (2006:140): “la cultura material que logró sobrevivir al paso del tiempo va a ser el punto de interés hacia donde se dirijan las preguntas acerca de la identidad”. Así los emblemas de identidad son rasgos que los miembros de un grupo escogen para mostrar quiénes son y a qué colectividad pertenecen.

“Para distinguirse de los otros en el caso de los individuos éstos deben ser reconocidos por los demás en contextos de interacción y de comunicación... No basta que las personas se perciban como distintas bajo algún aspecto. También tienen que ser percibidas y reconocidas como tales. Toda identidad (individual o colectiva) requiere la sanción del reconocimiento social para que exista social y públicamente” (Giménez 2000:47).

Romer (2005) considera la identidad étnica como un proceso, producto de una serie de interacciones sociales en diferentes ámbitos y niveles, en primer lugar, en el ámbito grupal que es el marco general dentro del cual se crean y recrean las relaciones sociales fundamentales para la creación de la identidad del grupo y de los individuos. Por lo tanto, la etnicidad puede ser vista como una manera en la que los individuos definen su identidad y la gente forma grupos cimentados en sus orígenes comunes, tanto si son reales como si son sólo una percepción.

“Entidades que emergen de la diferenciación cultural subjetivamente elaborada y percibida entre grupos que interactúan en un contexto determinado de relaciones inter-grupales (estructura de relaciones entre centro y periferia, situaciones migratorias, fenómenos de colonización y descolonización...). De este modo, el grupo definiría al mismo tiempo el contexto dentro del cual emerge” (Giménez 2007:133).

El término identidad étnica es utilizado generalmente en la literatura antropológica para designar una comunidad que:

- En gran medida se autoperpetúa biológicamente.
- Comparte valores, manifestados en formas culturales.
- Integra un campo de comunicación e interacción.
- Cuenta con miembros que se identifican a sí mismos y son identificados por otros y que constituyen una categoría distinguible de otras categorías del mismo orden (Barth 1978:6).

Es posible reconocer a un grupo étnico como un proceso, es decir, como una práctica

social que elabora significados específicos en la cultura material en determinados contextos espaciales y temporales (Hodder 1979). Los grupos étnicos en arqueología han sido abordados desde diversas perspectivas. Manzanilla (2005, 2007:17) los reconoce con los siguientes rasgos:

- a. Las viviendas, en cuanto a forma, materiales constructivos, patrones de decoración, elementos que están relacionados con la estructura familiar.
- b. El ritual funerario, tomando en cuenta la forma y tipo de tumba, las técnicas y tratamiento del cuerpo, los objetos que acompañan al individuo o individuos, la posición y orientación, es decir, en el patrón de enterramiento.
- c. El ritual doméstico, en el que hay que considerar el instrumental, el procedimiento, el lugar, los íconos y los actores.
- d. Producciones cerámicas o textiles particulares que pudieran ser vinculadas a grupos étnicos específicos.

La identidad implica conductas inclusivas y exclusivas, y por medio de los materiales arqueológicos se espera encontrar si tales relaciones sociales fueron importantes dentro de una determinada comunidad en determinado tiempo y espacio, muestras de representaciones diferenciadas en sus estudios morfológicos, estilísticos y espaciales (Anshuetz *et al.* 2001). Aunque la arqueología, como menciona Gándara (1981:13-14):

“Tratar de conocer la identidad étnica mediante la comparación entre los materiales obtenidos en el sitio estudiado y los de otros sitios, crea muchas veces el punto final de la investigación; si se han encontrado similitudes, se indica que hubo "contactos" e "influencias" que identifican filiación cultural como única posibilidad y cuando no se encuentran identidades distintas, las diferencias se usan como ausencia de contactos, o posición diferente en el tiempo”.

Sin embargo, algunas veces las representaciones culturales halladas en otras áreas no son representaciones temporales de contacto directo, sino representaciones guiadas quizá

por la ideología, tradición, intercambio, entre otras posibilidades, que por medio del material arqueológico en variadas ocasiones no se pueden definir, sin embargo, existen nuevas metodologías precisas que auxilian a determinar, en este caso, la dieta y procedencia, ayudando a fortalecer y formular nuevas hipótesis.

1.4 Movilidad

Si bien la arqueología ha utilizado durante años las representaciones culturales en materiales arqueológicos para conocer la procedencia de los individuos de grupos étnicos específicos, nuevas técnicas complementarias basadas en las ciencias exactas han logrado identificar en los restos óseos de individuos hallados en contextos fúnebres no sólo la procedencia del individuo, sino si éste nació y vivió en diferentes localidades, es decir si se movieron realmente de un área a otra. Esto acerca a conocer otro tipo de pautas como contactos directos entre distintas poblaciones, que en conjunto con los datos de las representaciones culturales en materiales del contexto arqueológico aclaran y llevan por nuevos caminos para comprender las dimensiones de las sociedades pretéritas.

El tema de los movimientos poblacionales³ es y ha sido estudiado durante largo tiempo, pues desde sus inicios los seres humanos se han trasladado de un lugar a otro por distintas razones ecológicas, rituales, personales, de supervivencia física, en búsqueda de mejores condiciones de vida, económicas, sociales, entre otras.

Para Mármora los movimientos poblacionales o migración son: “el desplazamiento residencial de población desde un ámbito socio espacial a otro, entendiéndose por esto los ámbitos donde las personas desarrollan su reproducción cotidiana de existencia”

³ Se aplica el concepto de movimientos de población ya que abarca el total de los desplazamientos humanos, el cual incluye el concepto de migración, en donde ambos implican básicamente un cambio de residencia a otro ámbito socio-espacial, con la intención de desarrollar actividades de la vida cotidiana, aún cuando este proceso sea de corta duración (Mármora 2009: 44-46).

(Mármora 2009:20). Estos han sido y continúan siendo vectores importantes del cambio social, económico y cultural, tomando en cuenta dos elementos básicos: la movilidad espacial y el asentamiento en determinado lugar para la reproducción de la existencia de la persona sin importar si el desplazamiento es largo o corto, temporal o definitivo, o cualquier otra movilidad que pueda tener, ya que esto depende del patrón que adopte (Mármora 2009: 20).

Las redes que se forman con las movilidades crean vínculos entre los lugares de origen y destino, un movimiento circulatorio entre comunidades espacialmente marcadas. Mediante las redes se trazan las rutas geográficas, se determinan los enclaves laborales y se proponen normas implícitas que garantizan la perpetuación de la migración (Pérez 2003).

Los migrantes necesitan mantener sus filiaciones comunitarias mediante una serie de estrategias sociales que exhiben una intensa articulación económica, ritual y política con las localidades de origen y la mayoría de las veces tratan de reproducir sus sistemas de derechos y obligaciones tradicionales, pues romperlas supondría un quiebre definitivo con la filiación comunitaria (Barabas 2010).

Así, los patrones de movimientos poblacionales ayudan a entender el establecimiento y funcionamiento de las sociedades. Algunos de estos patrones son: la temporalidad (definitivas, temporales o circulares); la voluntariedad (voluntarias o forzosas); la composición (características étnicas, religiosas o nacionales, composición política, estructura familiar); el propósito (económico laboral, de retorno, de colonización, reunificación familiar); o el tiempo (directo o por etapas); migraciones de género o control de las rutas comerciales (Mármora 2009:30).

Para Giménez la movilidad humana no implica la pérdida del territorio de origen, al contrario, éste se incorpora en la creación de vínculos nuevos con territorios apropiados y valorados de manera simbólica. Como este mismo autor menciona: “más que de permanencia, habría que hablar de continuidad en el cambio, en el sentido de que la identidad se mantiene y se adapta al entorno y recompone incesantemente, sin dejar de ser la misma. Se trata de un proceso siempre abierto y, por ende, nunca definitivo ni acabado” (Giménez 2000).

Si bien en las movilidades se observa una cultura emisora y una receptora, y por lo general una dominante y una dominada, esto no quiere decir que la cultura dominante permanezca imperturbable ante el contacto con la otra (Giménez 2000). Ambas sufren cambios en distinto nivel e intensidad debido a que, en última instancia, la relación subyace un cierto grado de reciprocidad.

La importancia de los movimientos de población radica en que el cambio de residencia no presupone una renuncia cultural, como menciona Santos Jara (1991): La identidad se recompone, se redefine y se readapta, pero sobre la base de conservar lo esencial de la antigua identidad y de la matriz cultural que le sirve de soporte.

Siempre hay una reproducción étnica en los lugares de movilidad; esta reproducción es importante ya que tiene relación con un territorio⁴ específico en el que “ha transcurrido la trayectoria histórica de un grupo” (Barabas 2010:16). Aunque en primera instancia el

⁴ El término “territorio” (del latín “Terra”) remite a cualquier extensión de la superficie terrestre habitada por grupos humanos y delimitada en diferentes escalas. Se trata del espacio estructurado y objetivo estudiado por la geografía física y representado cartográficamente (Giménez, 1996:10). También se entiende por territorio el espacio apropiado y valorizado por un grupo social para asegurar su reproducción y la satisfacción de sus necesidades vitales. Se trata de un concepto multiescalar que puede ser aprehendido en diferentes niveles de la escala geográfica. Los geógrafos han elaborado también el concepto de paisaje en estrecha relación con el de territorio, ya que se considera al primero como símbolo metonímico y componente diferenciador de este último. La cultura, entendida como pauta de significados, constituye una dimensión fundamental del territorio, porque la apropiación del espacio no tiene sólo un carácter instrumental sino también simbólico-expresivo. Así entendido, el territorio constituye el marco obligado de ciertos fenómenos sociales, como el arraigo, el apego y el sentimiento de pertenencia socio territorial, por un lado, y la movilidad, la migración por otro (Giménez 2001: 5).

territorio se puede entender como los bienes ambientales (áreas ecológicas, paisajes rurales, urbanos), el territorio puede ser apropiado como símbolo de pertenencia socio-territorial, integrado a los sistemas culturales, como son las pautas de comportamiento, formas de vestir peculiares, fiestas del ciclo anual y similares (Giménez 1996:15).

En conclusión, en el caso de los contactos y movilidad de los individuos entre áreas geográficas han sido a través de las identidades étnicas, visibles en los materiales arqueológicos, que los investigadores han interpretado como "influencias" sin determinar si los contactos eran directos o indirectos, cuestión importante de conocer para establecer el tipo de vínculo entre las poblaciones.

De acuerdo a las investigaciones, se han dado distintos tipos de respuestas a las posibles movilidades de los individuos, por un lado, se podría tratar del control de las rutas comerciales a causa de expansión política, lo que posibilitó la adquisición de riquezas a través del control de las redes comerciales la cual fue una estrategia empleada por las élites tanto de sociedades estatales como de sociedades preestatales.

El problema radica en determinar si las élites regularon los recursos mediante el control físico de las rutas comerciales o mediante el control de las redes que definían la interacción comercial. Hirth (1996, 2001) menciona que ambas propuestas son posibles; sin embargo, es importante entender en qué condiciones ocurrieron estas diferentes estrategias (Schortman 1989). Como menciona Cyphers (2012), la amplia distribución geográfica de los materiales arqueológicos que se presenta en Mesoamérica entre las distintas regiones podría interpretarse como que los pueblos vecinos adoptaron algunos conceptos y prácticas originarios de ciertas regiones y los transformaron y los usaron de acuerdo a sus propósitos y tradiciones locales .

La tradición, la cual, usada en similitudes diacrónicas, es una construcción social que cambia temporalmente, de una generación a otra, y espacialmente, de un lugar a otro. Es decir, dentro de cada cultura la tradición varía en el tiempo y según los grupos sociales; y entre las diferentes culturas como una construcción social que se elabora desde el presente sobre el pasado. No es el pasado el que produce el presente, sino a la inversa: es el presente que configura al pasado o una combinación de ambos procesos (Areválo 2004; G. Lenclud 1987).

Es importante mencionar que a lo largo del tiempo el significado de las representaciones sufre diversas transformaciones. Si la tradición es la herencia colectiva, lo es también debido a su renovación en el presente, ya que siempre está en constante renovación y se crea, recrea, inventa y destruye cada día sin que signifique necesariamente lo mismo para distintos grupos o individuos ya sea dentro del propio grupo o entre otros grupos étnicos (Areválo 2004.). La tradición se transmite socialmente y deriva de un proceso de selección cultural.

Las tradiciones, generalmente relacionadas con las creencias de la gente sobre “cómo llegaron a ser lo que son” (Peckham 1990), unifican las formas a través de las cuales la gente de una comunidad cultural crea y ocupa sus paisajes en tiempo y espacio (Peckham 1990). Aunque son propensas al cambio (Anshuetz y Scheick 1998) y son dinámicas, permiten la persistencia y la continuidad del significado. Trigger (1991:183) mantiene que las tradiciones nacen “de la necesidad de pautas o principios estructurales que proporcionen cierto grado de coherencia y de significado a la inacabable variedad de conceptos que la mente humana es capaz de reinventarse y manipular”.

De acuerdo con los pensamientos teóricos expuestos anteriormente puede afirmarse que las relaciones entre biología, naturaleza, sociedad y cultura en las comunidades humanas

transforman un espacio físico en un lugar lleno de contenido. Los grupos humanos, si bien ocuparon los mismos espacios y tuvieron acceso a recursos similares, buscaron combinaciones diferentes según sus particulares opciones culturales, tecnológicas y de organización social, creando paisajes culturales, los cuales son un panorama que la sociedad misma construyó de ellos, incluyendo su entorno físico y su aprovechamiento, esto implica pautas relacionadas con “dimensiones sociales e ideológicas” lo cual les permitió comprender, estructurar y organizar su espacio creando distintos tipos de realidades (Anshuetz *et al.* 2001; Falabella *et al.* 2007; Tiesler 2006:54).

El conocimiento de las sociedades del pasado depende de muchos tipos de información. Por medio de la unificación de la ciencia podemos obtener herramientas fundamentales para avanzar en la comprensión de los cambios biológicos y socio-culturales que se produjeron en sociedades pasadas. Así, en conjunto propiciarán el replanteamiento de interrogantes y la formulación de nuevos problemas, antes considerados imposibles de resolver.

CAPÍTULO II

APLICACIÓN DE LOS ISÓTOPOS ESTABLES

En el presente capítulo se comenta de la importancia del análisis isotópico en restos óseos, así como cada uno de los métodos y técnicas para su estudio, interpretación y su aplicación en las investigaciones arqueológicas, nos interesa explicar las características de cada uno de los isótopos estables que utilizamos para nuestro análisis y el proceso de diagénesis en restos óseos. También comentar la información disponible sobre la aplicación de isótopos estables en Mesoamérica.

Como mencionan Guerrero y Berlanga (s/f:23) los isótopos estables proporcionan una base experimental para inferir el establecimiento de la vida sobre la Tierra, la reconstrucción secuencial de los diferentes procesos metabólicos, la evolución de distintas microbiotas, faunas y floras. Pues el conjunto de los ciclos biogeoquímicos observados en el mundo contemporáneo es el resultado de la evolución de 3.500 millones de años de historia "viva" de la Tierra.

2.1 Análisis isotópico

Para explicar cómo funciona el análisis de isótopos estables, comenzaremos por exponer qué son los isótopos. Cada elemento químico se compone de átomos con un número determinado de protones, neutrones y electrones. Sin embargo, para cada uno de los elementos, el número de neutrones en el núcleo puede variar. Los isótopos son los átomos de un elemento con el mismo número de electrones y protones por lo que tienen las mismas propiedades químicas, pero poseen distinto número de neutrones en su núcleo y por tanto tienen diferente masa atómica (Redondo 2006).

Es importante mencionar que en el mundo químico existen dos tipos de isótopos: radioactivos y estables. Los isótopos radioactivos presentan un núcleo atómico inestable, se descomponen con el tiempo transformándose en otros isótopos y emiten radioactividad a medida que se transforman. En cambio, los isótopos estables presentan un núcleo atómico estable, no se transforman con el tiempo y su abundancia es variable debido al fraccionamiento isotópico causado por la diferencia en su masa atómica durante los procesos físico-químicos que ocurren en la naturaleza. Por ejemplo, el carbono, tiene tres isótopos, dos estables y un radioactivo ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C (Figura 1).

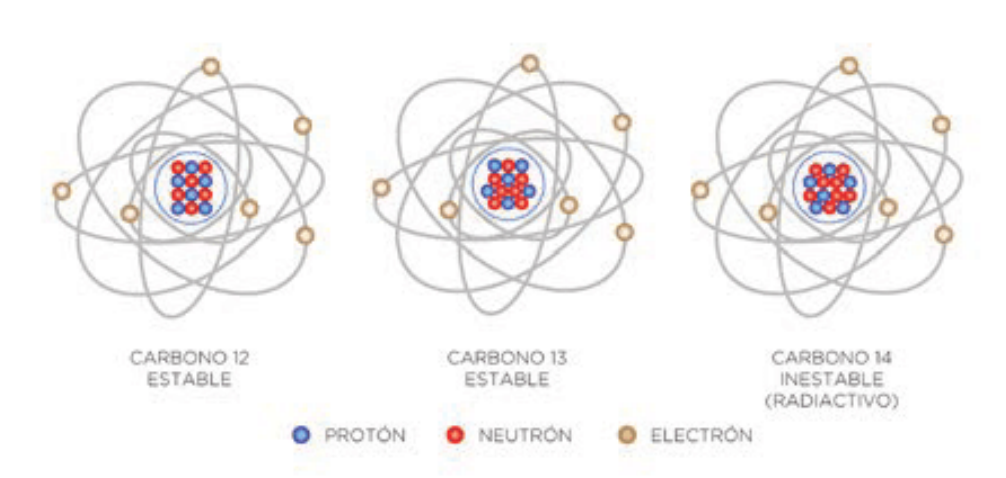


Figura 1. Isótopo de carbono: posee 3 isótopos, dos estables (^{12}C , ^{13}C) y uno radioactivo (^{14}C). Tomado de Salazar y Silva 2017:77.

El isótopo pesado por tener más neutrones que el ligero será el más estable de los dos y el que más tarda en reaccionar en cualquier proceso de cambio porque necesita mayor energía (Herska *et al.* 2013). La relación entre el isótopo pesado y el isótopo ligero de las moléculas se modifica cuando ocurren ciertos procesos de cambio en la naturaleza. A este cambio en las relaciones isotópicas se le llama fraccionamiento isotópico. Este

fraccionamiento deja una huella isotópica en las moléculas resultantes que contiene la información sobre el proceso que ocurrió.

Entre las áreas de investigación en las cuales se usan los isótopos estables como trazadores naturales de los procesos físicos, químicos y biológicos encontramos a la paleoceanografía, biogeoquímica, contaminación, arqueología, nutrición, hidrología, migración, circulación oceánica y atmosférica, cambio climático, ciencias forenses, estudios de ecología (ciclos biogeoquímicos, cadenas tróficas, contaminantes) y paleontología, por mencionar algunas (Lailson 2009).

Adicionalmente, el estudio isotópico ha sido utilizado en restos fosilizados de rocas sedimentarias como posible biomarcador para la detección de vida antigua y en el diagnóstico médico de enfermedades infecciosas o metabólicas (Guerrero y Berlanga s.f.).

En ecología se utiliza para conocer los patrones de movimiento de animales, lo cual es crucial para comprender su historia vital y comportamiento, además de ser un requisito previo para su conservación (Torres *et al.* 2006).

Específicamente, en las investigaciones arqueológicas nos interesa conocer en restos óseos la abundancia relativa de los isótopos estables de elementos ligeros como el carbono, nitrógeno y oxígeno, que se expresa en notaciones delta (δ) y la abundancia absoluta de isótopos pesados como el estroncio, la cual permite contestar preguntas sobre dieta, movilidad y paleoambiente a una escala espacial y temporal muy precisa.

Concretamente, la composición isotópica del carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y del nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) se puede utilizar en la caracterización de paleodietas, mientras que la composición isotópica de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ se emplea en estudios de procedencia y migración humana. Como mencionamos anteriormente, esto es posible porque la huella isotópica de los

alimentos y agua ingerida se incorpora en los tejidos orgánicos (células) e inorgánicos (bioapatita) de los huesos y dientes en el curso de su formación.

Para poder hablar de los resultados de los análisis isotópicos es necesario saber que los resultados no son expresados con el número absoluto de los cocientes o relaciones de los isótopos a estudiar ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) sino que deben ser expresados empleando la unidad δ que está definida por una diferencia relativa entre los cocientes isotópicos de una muestra, relativa a una muestra de referencia o estándar (std), y multiplicada por mil (‰) debido a que las relaciones isotópicas de cualquier muestra son muy pequeñas y sería poco práctico trabajar con tantos números decimales, además de que así es posible hacer una fácil comparación a nivel internacional de los resultados (Morales, *et al.* 2012). La forma de calcular la δ es con la siguiente ecuación (De Niro y Epstein 1981):

Rmuestra

$$\delta (\text{‰}) = \frac{\text{Rmuestra}}{\text{Rstd}} - 1 \times 1000$$

Rstd

En donde R es el la relación isotópica de interés ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, o, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$). Adicionalmente, es necesario poder comparar resultados producidos por distintos laboratorios, por tanto se usan como referencia estándares internacionales, por ejemplo: el *Standar Mean Ocean Water* (SMOW) para $\delta^{18}\text{O}$, *Pee Dee Belemnite* (PDB) y *Vienna PDB* (VPDB) para carbonatos ó *Air* (AIR) para nitrógeno. Estos estándares son sumamente importantes para el control de calidad de un laboratorio y al comparar resultados entre laboratorios deben estar en la misma escala.

2.1.1 Isótopos de Oxígeno

Las variaciones de las relaciones de los isótopos estables del oxígeno ocurren durante los procesos de evaporación y condensación de lluvia, que a su vez dependen de las variables ambientales que difieren entre regiones. Por lo tanto, el agua de lluvia tendrá relaciones isotópicas específicas del lugar que luego se transfieren a quienes la beben. Factores climáticos y fisiográficos como la temperatura, la humedad, la distancia del mar, influyen en la relación de los isótopos del oxígeno en el agua ambiental. Como menciona Bentley (2006:135), las relaciones isotópicas de oxígeno son un buen método para determinar la identidad geográfica de los sujetos.

El oxígeno es el elemento más abundante en la Tierra. Aparece en compuestos gaseosos, líquidos y sólidos, la mayoría de los cuales son térmicamente estables en un amplio rango de temperaturas. El oxígeno tiene tres isótopos estables con las siguientes abundancias: $^{16}\text{O}=99.763\%$, $^{17}\text{O}=0.0375\%$, $^{18}\text{O}=0.1995\%$, la relación más apropiada, tanto por las abundancias como por la diferencia de masas es la relación $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (Panarello y Parica 1984).

El oxígeno en el ciclo hidrológico funciona como un "trazador natural", ya que la composición isotópica de las moléculas de agua, constituidas por hidrógeno y oxígeno, se modifica durante los procesos que ocurren en este ciclo (Parica 2009:19):

a. **Evaporación:** Durante la evaporación del agua de la superficie del mar cuya $\delta^{18}\text{O}$ es cero, ya que es el inicio del ciclo hidrológico, las moléculas de agua con el isótopo más ligero ^{16}O se evaporan preferencialmente y forman las nubes, de tal manera que habrá un empobrecimiento de moléculas de agua con ^{18}O y por tanto en la $\delta^{18}\text{O}$ de la nube. Este fraccionamiento depende de la temperatura y la humedad relativa y se manifiesta en:

- Efecto latitud. De acuerdo a la latitud en la que se produce la evaporación, la composición isotópica del vapor será diferente. A latitudes menores (próximas al Ecuador), el vapor de agua será más pesado que en una región polar.

- Efecto estacional. De acuerdo con la estación del año en la que se produce la evaporación, la composición isotópica del vapor será diferente. A mayor temperatura (verano), el vapor que forma una nube será más pesado isotópicamente que una nube formada en épocas invernales.

b. **Condensación:** Efecto continental. A medida que una nube avanza en el continente y descarga sucesivas lluvias, en las primeras la tendencia siempre es a que descargue las moléculas más pesadas, por eso a medida que las lluvias se producen hacia "tierra adentro", serán más livianas isotópicamente.

- Efecto altitud. Las lluvias que se producen en las zonas más bajas de regiones montañosas serán más ricas en ^{18}O que en aquellas que se produzcan en zonas más altas.

De acuerdo con lo anterior, en cada lugar geográfico el agua de lluvia tendrá una composición isotópica característica que, de acuerdo a su dinámica, dejará su huella en el agua de la región que en general se filtra en los acuíferos. Es esta agua marcada isotópicamente la que ingieren los individuos y que transfiere a los oxígenos de las moléculas de carbonatos $(\text{CO}_3)^{-2}$ y fosfatos $(\text{PO}_4)^{-3}$ la bioapatita de dientes y huesos.

Aunque la fuente más importante de obtención de oxígeno en los mamíferos, procede del O_2 atmosférico que respiran, éste no participa en la composición isotópica de fosfatos y carbonatos debido a que el oxígeno atmosférico tiene un valor $\delta^{18}\text{O}_{\text{AT}}$ que es constante en toda la atmósfera que rodea la Tierra con un valor isotópico muy diferente al del agua;

además, este oxígeno tiene otros mecanismos de asimilación, por ello no se manifiesta ni en $\delta^{18}\text{O}$ de los carbonatos ni en $\delta^{18}\text{O}$ de los fosfatos.

2.1.2 Isótopos de carbono

La constitución de los alimentos se inicia por la fotosíntesis en las plantas, las cuales para realizarla utilizan tres procesos distintos que controlan la partición de los isótopos pesados ^{13}C de forma diferente cuando sintetizan la materia orgánica. Con esto, como mencionan Morales y colegas (2012:348), proveen información de diferentes huellas isotópicas que se utilizarán para trazar el tipo de comida que ingirió un individuo durante su vida, ya que la huellas isotópicas de los alimentos se incorporan en los tejidos orgánicos (colágeno) e inorgánicos (bioapatita) de los huesos y dientes en el curso de su formación.

El carbono (C) es un elemento esencial de la materia orgánica y está involucrado en todos los procesos biológicos de los ecosistemas. De hecho, las transformaciones de este elemento, en su ciclo en la naturaleza C, son las que hacen posible la continuidad de la vida en la Tierra.

Como ya se ha mencionado, los isótopos de un elemento químico presentan variaciones en la composición de sus átomos. Existen en la naturaleza tres isótopos del carbono: el ^{12}C , ^{13}C y el ^{14}C . Los núcleos contienen el mismo número de protones (seis), pero un número diferente de neutrones (seis, siete y ocho), lo que les hace tener una masa atómica diferente a pesar de tener propiedades químicas semejantes (Redondo 2006)

El ciclo del carbono depende de la abundancia y composición isotópica o relación entre el carbono ^{13}C y ^{12}C , definida como $\delta^{13}\text{C}$, en los diferentes reservorios y de la interacción entre ellos. Los principales reservorios de carbono son el carbono disuelto en el agua de los océanos, en las rocas, el presente en las plantas terrestres y el dióxido de carbono atmosférico.

Un descubrimiento interesante de finales de la década de 1960 fue que las plantas terrestres poseen 3 procesos fotosintéticos diferentes (Bender 1968). Durante cada proceso fotosintético ocurren fraccionamientos isotópicos distintos, de tal manera que la materia orgánica formada tiene diferentes valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Figura 2).

Las plantas C3 utilizan el Ciclo Calvin, que realiza la formación de glucosa, fijando el CO_2 y formando dos moléculas de fosfoglicerato de tres carbonos; es el grupo de plantas al que pertenece un 85% de las especies de plantas del mundo. Mediante la fotosíntesis generan las moléculas de carbohidratos iniciales que contienen tres átomos de carbono; de allí su nombre C3 (O'Leray 1988). Las plantas tipo C3 son árboles frutales, arbustos, tubérculos, muchas gramíneas y algunos taxones cultivados, como el trigo, centeno y la cebada, tienen valores de $\delta^{13}\text{C}$ que promedian cerca de -27‰. Este tipo de plantas necesita gran cantidad de agua, están enriquecidas en ^{12}C y prosperan en ambientes húmedos y de nubosidad.

Las plantas C4 aparecieron a final de la era Mesozoica, hace 20 millones de años y siguen el Ciclo HatchSlack; son muy eficientes para realizar el proceso fotosintético, formando ácidos dicarboxílicos de cuatro átomos de carbono, a partir del carbono CO_2 en la atmósfera mediante el proceso de fotosíntesis (Ehleringer y Cerling 2001; O'Leary 1988). A este grupo de plantas pertenecen hierbas y juncos, pastos tropicales, cultivos como la caña de azúcar, maíz, el sorgo y el amaranto; promedian cerca de -13 ‰ (Morales *et al.* 2012). Prosperan en ambientes soleados, cálidos y desprovistos de exceso de agua y en algunos casos crecen en ambientes salinos. De acuerdo con Yesner y colegas (1991:188): "Dados los beneficios fisiológicos de la vía fotosintética de C4 en ambientes cálidos y áridos las plantas de este tipo son en su mayoría pastos tropicales de la familia *Panicoideae*, de la cual el maíz ha sido quizá el representante más importante en la

alimentación humana de América".

Como señala la cita anterior, la introducción del cultivo del maíz supuso un cambio dietético importante para las sociedades cazadoras-recolectoras que rápidamente adoptaron este cereal como base de su subsistencia y esto tuvo consecuencias socioculturales como son: incremento poblacional, cambio en los asentamientos, incremento de ciertas patologías como las anemias y caries y el desarrollo de sociedades menos igualitarias. Este cambio ha sido constatado mediante el análisis de los isótopos estables de carbono en sociedades cazadoras-recolectoras y agricultoras de diferentes lugares del continente americano (Van der Merwe y Vogel 1978; Vogel y Van Der Merwe 1977).

Por último, las plantas con procesos fotosintéticos tipo *Crassulacean Acid Metabolism* o CAM representan alrededor del 10% de las especies vegetales, con 30 familias en el mundo. Estas plantas utilizan una combinación de los ciclos Calvin y HatchSlack para hacer más eficiente el uso de agua durante el proceso fotosintético, ya que en ausencia de luz solar se comportan como plantas C3 al abrir sus estomas para la toma de CO₂ atmosférico y realizar salida de oxígeno, sin poner en peligro la dotación interna del agua, las plantas CAM promedian cerca de -14‰. A este grupo de plantas pertenecen los agaves, piña, vainilla, orquídeas, mezquite, nopal, maguey y cactus (Ehleringer y Cerling 2001; O'Leary 1988).

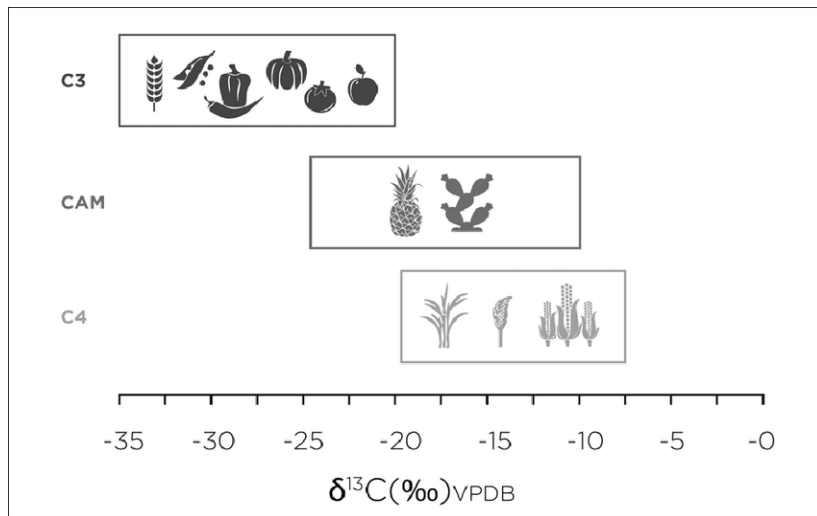


Figura 2. Representación de la relación isotópica de plantas de tipo C3, C4 y CAM. Tomado de Salazar y Silva 2017:80.

Es importante hacer notar que los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de las plantas prehistóricas son aproximadamente -1.5‰ más que las plantas modernas debido a que en la atmósfera actual la composición isotópica del CO_2 ha cambiado en relación con los siglos anteriores al XIX, ya que ésta se ha enriquecido en ^{12}C por la quema de combustibles fósiles, lo cual produce un cambio en el $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de las plantas que toman por medio de la fotosíntesis (Casar Aldrete, comunicación personal 2019).

2.1.3 Isótopos de nitrógeno

Combinando el estudio isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se pueden reconstruir las relaciones tróficas del ecosistema del pasado. Dado que los valores representados en el fraccionamiento isotópico del nitrógeno en los mamíferos permiten inferir los valores de proteína ingerida e inclusive su nivel trófico en la cadena alimentaria, el estudio de las relaciones isotópicas de nitrógeno permiten refinar aún más la evaluación de los análisis de isótopos estables de carbono (Morales *et al.* 2012:365; Schoeninger *et al.* 1983).

El nitrógeno es una sustancia esencial para toda la vida en la Tierra y forma el 78% de la atmósfera, la mayor parte se encuentra en el aire en forma gaseosa, pero también se

puede encontrar en el agua y en el suelo de diferentes formas. Ahí es descompuesto por bacterias y absorbido por plantas y animales.

Los seres vivos requerimos átomos de nitrógeno para la síntesis de moléculas orgánicas esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos y el ADN; por lo tanto, es otro elemento indispensable para el desarrollo de los seres vivos. Al ingerir proteínas vegetales, los herbívoros enriquecen sus tejidos orgánicos (colágeno) con ^{15}N ya que eliminan preferentemente ^{14}N . Esto genera un incremento del 3.5‰ en el colágeno del consumidor con respecto al valor $\delta^{15}\text{N}$ la de las proteínas consumidas. Es decir, en cada nivel trófico hay un incremento de 3.5‰ en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Schoeninger y DeNiro 1984; Schoeninger *et al.* 1983). Por esta razón los isótopos de nitrógeno nos ayudan a conocer los niveles tróficos de un organismo, es decir, su posición dentro de la cadena alimenticia.

En un ecosistema, la cadena trófica, también llamada red trófica, es una serie de cadenas alimentarias íntimamente relacionadas por las que circulan energía y materiales. Se entiende por cadena alimentaria cada una de las relaciones alimenticias que se establecen de forma lineal entre organismos que pertenecen a distintos niveles tróficos (Keeneth 2004).

Los niveles en la cadena trófica se enumeran según lo lejos que se sitúen organismos concretos dentro de la cadena alimentaria, desde los productores primarios (plantas) en el nivel 1, pasando por los herbívoros (nivel 2), los depredadores (nivel 3), hasta los carnívoros o grandes carnívoros (nivel 4 o 5) (Figura 3). Según los niveles tróficos se elevan, el número de depredadores es menor y son más grandes, feroces y ágiles (Keneeth 2004). Sin embargo, es necesario determinar el valor de la $\delta^{15}\text{N}$ de las plantas del sitio a analizar, por ser el nivel trófico más bajo pues éste puede variar por efectos de fertilizantes

y de desnitrificación del suelo, entre otros (Rodríguez 2019).

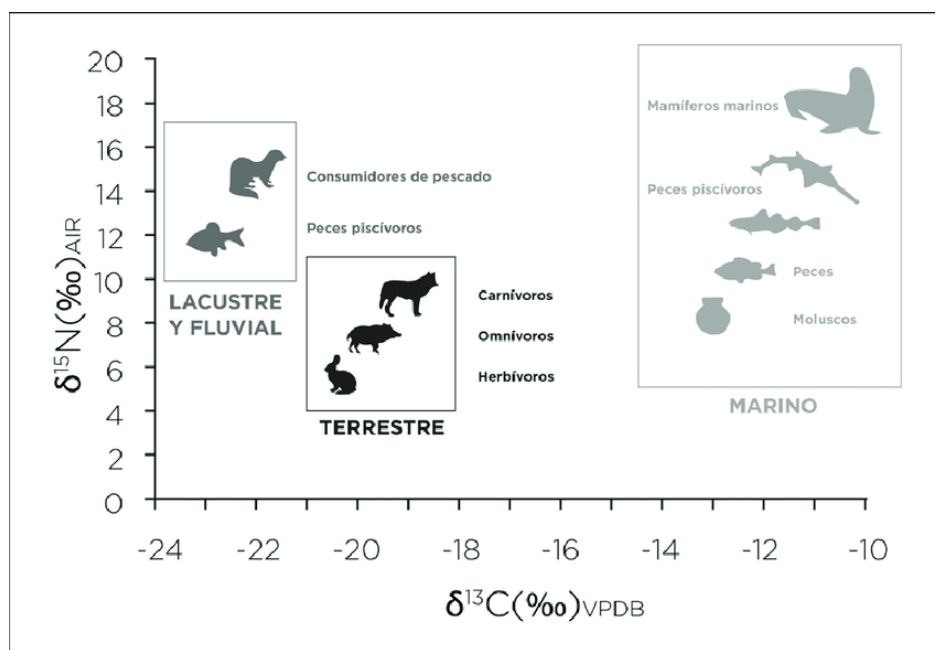


Figura 3. Valores de los niveles tróficos en ¹⁵N y ¹³C. Tomado de Salazar y Silva 2017:81

2.1.4 Isótopos de estroncio

El estroncio es un elemento que en la naturaleza representa una media del 0,034% de todas las rocas ígneas y se encuentra mayoritariamente en forma de sulfato (celestina) y carbonato (estroncianita). Tiene cuatro isótopos naturales estables: Sr-84 (0,56%), Sr-86 (9,86%), Sr-87 (7,0%) y Sr-88 (82,58%), únicamente el isótopo Sr-87 es radiogénico, producto de la desintegración de rubidio-87. Por lo tanto, el Sr-87 puede tener dos orígenes: el formado durante la síntesis nuclear primordial (junto con los otros tres isótopos estables) y el formado por el decaimiento del rubidio (Faure 1986).

Las concentración de estroncio-87 tanto en los tejidos de plantas como en el de los animales varía dependiendo el transcurso del tiempo modificando la relación ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr (Faure y Powell 1972). Sin embargo, los procesos biológicos no alteran o fraccionan la

composición isotópica del estroncio durante el transporte de este elemento dentro de algún ecosistema debido a que las diferencias de masas entre los cuatro isótopos de estroncio son relativamente pequeñas. La concentración de Sr y las relaciones isotópicas en el suelo, plantas y material varía dependiendo la geología local (Faure y Powell 1972).

El análisis de los isótopos de Sr puede aplicarse en las Ciencias de la Tierra en estudios de geocronología para datar rocas o minerales donde su rango de tiempo abarca desde alrededor de 10 mil años hasta 4.6 mil millones de años. Las edades obtenidas de la roca total se pueden interpretar como edades de cristalización, mientras que las obtenidas directamente de los minerales se pueden interpretar como edades de enfriamiento (Faure 1986).

En el caso de la arqueología, el Sr ha funcionado como indicador de datos directos sobre la procedencia en donde se desarrollaron los individuos, por medio de las relaciones de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ medidas en hueso y esmalte.

Es posible obtener esto gracias a que por medio del aporte de estroncio en los suelos y en las plantas, este elemento puede llegar al organismo humano, donde es incorporado en los minerales del tejido óseo. La clave del método es obtener compatibilidad en las firmas isotópicas del individuo en estudio con la información edafológica disponible que pueda hablar de su localidad de origen.

Debemos comprender que la relación isotópica de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en hueso se reporta como un número que refleja el promedio de todo el estroncio que se incorporó a un individuo durante su tiempo de vida (Bentley 2006; Carlson 1996; Ericson 1985; Knudson *et al.* 2004; Price *et al.* 1994; Sealy *et al.* 1991). Por otro lado, es posible rastrear mediante de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ del esmalte de los dientes las diferentes características de los lugares en los que un individuo habitó, reflejando la variedad geológica, ecológica y fisiológica mediante la

huella isotópica del lugar donde transcurrió su infancia. Es posible hablar de movilidad o migración cuando difieren la huella isotópica del esmalte y la del hueso.

2.2 Proceso de diagénesis en los restos óseos

Dentro de los estudios isotópicos, una de las razones que ha dificultado o limitado las investigaciones en restos óseos es la diagénesis, lo cual se debe a distintos aspectos. El primero tiene que ver con los factores de descomposición natural que sufren los materiales a lo largo del tiempo, ya que cada resto óseo o dental tiene un ritmo de desintegración que depende tanto de factores ambientales de tipo cultural y natural, así como de sus propiedades materiales (Tiesler 2006:90).

En particular, la descomposición del cuerpo humano es compleja, ya que involucra varios tejidos orgánicos e inorgánicos. En este proceso, algunos tejidos, como los huesos y dientes, son más resistentes en la medida en que integran tejidos mineralizados como la bioapatita (inorgánica) y el colágeno (orgánica), el cual en general se encuentra protegido por la bioapatita (Tiesler 2006:21).

La diagénesis transforma así el registro generado durante la vida, y los materiales pueden sufrir modificaciones en sus atributos o propiedades. Estos cambios pueden ser de orden físico-químico, espacial, de magnitud, forma y posición relativa así como de orden isotópico (Bate 1996:124-125).

Es importante entender que la formación de los contextos bioculturales comúnmente termina en el momento de la ubicación del cadáver, posteriormente son los procesos diagenéticos los que transforman el registro. Se deben analizar los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la preservación y descomposición del cadáver, dado que éstos condicionan su exposición tanto a la observación arqueológica como a los análisis

isotópicos ya con ellos se puede realizar la reconstrucción cultural y su interpretación social (Tiesler 2006:69).

Las relaciones isotópicas de los elementos de carbono, nitrógeno y oxígeno en restos óseos están sujetas a cambios composicionales posteriores a la muerte del individuo y a su deposición a través del proceso de diagénesis, el cual es diferente de un material a otro, así como de un elemento a otro (Morales *et al.* 2012).

Cuando un organismo muere y se deposita en la tierra, las interacciones de los materiales con el medio ambiente del lugar generan alteración de la huella isotópica original, esto se realiza mediante tres mecanismos (Morales *et al.* 2012):

- a. Por la acción de bacterias y microorganismos que ingieren el colágeno de los restos óseos y dentina, dejando muy poca cantidad para analizar o sólo fragmentos incompletos.
- b. Por la adición de nuevos materiales a los restos mediante adición de: ácidos orgánicos como el fúlvico y húmico y la precipitación y/o cristalización de minerales exógenos secundarios como los carbonatos.
- c. Procesos de intercambio isotópico entre la bioapatita de los huesos y dientes con los fluidos acuosos en el lugar de depósito que pueden alterar la composición isotópica original de los tejidos mineralizados.

Uno de los factores que más interviene en la diagénesis es el agua en los mantos freáticos o de lluvia. Cuando este líquido toca los materiales directamente o se acumula en la superficie, se producen reacciones químicas, como la solución, hidratación, oxidación, hidrólisis, formación de cristales de aguas y sales, que pueden afectar física o químicamente al hueso isotópicamente.

Otro factor importante es la temperatura que combinada con el agua forma una solución, creando una reacción química que afecta en gran medida al hueso. Por eso en

lugares selváticos o boscosos con humedad, calor y lluvia, los materiales se encuentran en mal estado de conservación.

La temperatura sin humedad provoca a veces sólo una alteración física; con humedad existe alteración química, cuando el agua se evapora y tiene las condiciones adecuadas de humedad, los materiales sólidos pueden formar cristales microscópicos de sales de calcio, magnesio, sodio, potasio, éstos crecen a medida que se añaden más capas de materia sólida alrededor que dañan y afectan química e isotópicamente al hueso.

Otros factores que ocasionan la descomposición del hueso son las raíces de los árboles que toman el fosfato de la hidroxiapatita y descomponen el hueso, formando materia orgánica y dejando fosfatos. Estos fosfatos ayudan a identificar sitios con actividad humana pues éstos dejan gran concentración de fósforo.

Otro proceso es el intercambio catiónico el cual se refiere al intercambio de arcilla con el hueso para igualar concentraciones de elementos y compuestos químicos y que entren en equilibrio: entre más arcillas, más equilibrado físicamente, pero químicamente está sustituido por elementos que provienen de la arcilla, lo que altera la huella isotópica. En cuanto a los contaminantes descritos en el inciso b) ácidos orgánicos en el colágeno y carbonatos adheridos en la bioapatita, en general se eliminan mediante procesos químicos en la preparación de las muestras. Sin embargo, es importante identificar la alteración de la fracción inorgánica de huesos y dientes que consiste en la reorganización y recristalización de los cristales de bioapatita. Esto indica un intercambio de carbonatos que forman el esmalte con carbonatos exógenos acarreados por aguas subterráneas circundantes o la sustitución de los carbonatos por iones de flúor, o del calcio por estroncio en el carbonato de la bioapatita (Morales *et al.* 2012).

Por lo tanto, como mencionan Morales y colegas (2012:367): "las muestras en particular deben ser consideradas y probadas en sus méritos y es necesario justificar que la alteración diagenética no ha corrompido las relaciones isotópicas originales". Para ello se han desarrollado diferentes metodologías o pruebas de calidad cuyos valores y rangos se correlacionan con el grado de diagénesis de la muestra tanto del colágeno como de la bioapatita (ver Capítulo V).

Pues en el momento en que los contextos se desvinculan de la actividad humana, el conjunto se convierte en contexto arqueológico, y al convertirse en contexto arqueológico, los componentes materiales pierden su concatenación dinámica social y sufren procesos de transformaciones, de índole natural y cultural (Bate 1996:109; Tiesler 2006:72).

2.3 Aplicaciones en Mesoamérica

La incorporación de estudios de isótopos estables a la arqueología y la paleontología tienen tan sólo algunas décadas, y se comenzaron a emplear para dar respuesta a preguntas sobre cómo era la dieta de los seres humanos en otras épocas (Keegan y Deniro, 1988, Schoeninger y Deniro 1984), y más recientemente, la movilidad de las poblaciones del pasado.

Los elementos de análisis son el material óseo y los restos dentales. Esto es debido a que, salvo contadas ocasiones, son los únicos restos físicos que nos quedan de la persona tras el proceso diagenético y además contienen tanto materia orgánica como mineral (Sánchez Cañadillas 2014:16).

Las investigaciones de sociedades prehispánicas mediante isótopos estables en colecciones esqueléticas en México datan de la década de 1980 y desde entonces se han enfocado principalmente en el área maya y en Teotihuacan. En menor medida también se

han llevado a cabo estudios en el otras áreas del Altiplano, el Soconusco y la costa del Golfo de México. A continuación, se presenta una síntesis de estos datos.

2.3.1 Teotihuacán

Price y colegas (2000) llevaron a cabo un análisis de isótopos de estroncio en huesos y dientes humanos para reconocer fenómenos migratorios hacia Teotihuacan. Analizaron material humano perteneciente a entierros: ocho de Oztoyahualco; trece de la Cueva de las Varillas; trece de la Cueva del Pirul; ocho del Barrio de los Comerciantes; y 20 del Barrio Oaxaqueño, incluidas nueve muestras de fauna local (conejos modernos y prehistóricos).

Oztoyahualco fue un complejo residencial ubicado al noroeste de Teotihuacan, su ocupación data de las fases Tlamimilolpa y Xolalpan (300-550 aC.). El estilo constructivo y las prácticas funerarias corresponden al estilo teotihuacano, lo cual sugiere que los individuos eran residentes de origen geográfico local (Manzanilla 1993). Para Oztoyahualco, Price y colegas (2000) concluyen que la mayoría de los individuos presentan relaciones isotópicas de estroncio igual a la geología de la zona y sólo dos hombres adultos mostraron valores más altos en hueso y esmalte respecto a la señal de Teotihuacan, lo que sugiere una inmigración reciente a la ciudad.

A partir de los resultados de los entierros descubiertos dentro de la Cueva de las Varillas, datada para la fase Coyotlatelco Tardío y Mazapa se observaron que las personas probablemente eran inmigrantes de diversas regiones, pues las diferencias entre los valores de estroncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) en esmalte—sugieren que sus primeros años de vida transcurrieron en áreas geográficas diferentes a las de Teotihuacan sin embargo, muestran valores isotópicos en huesos similares a los que los investigadores realizaron en conejos modernos, lo que indica que estos individuos posiblemente habitaron en Teotihuacan el

tiempo suficiente para que los valores isotópicos de sus huesos tuvieran los valores de la geología local los últimos años de su vida (Price *et al.* 2000).

El Barrio de los Comerciantes destaca por contar con una diversidad de materiales arqueológicos de la costa del Golfo y los resultados del análisis isotópico de los entierros que seleccionaron mostraron un patrón dual, pues las muestras de hueso revelan que los individuos eran locales, mientras el esmalte indica que dos de los cuatro individuos tienen valores más altos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y los otros dos, valores más bajos con respecto a los suelos, sugiriendo que posiblemente proceden de distintas áreas de las afueras de Teotihuacan. Los investigadores sugieren que los ocupantes llegaron de diferentes áreas de la costa del Golfo.

Por último, los individuos del Barrio Oaxaqueño que se esperaba procedieran de la región zapoteca como lo hacen los rasgos estilísticos del material arqueológico asociado, les brindaron resultados muy variados. La colección esquelética quedó dividida en tres grupos de acuerdo a su origen geográfico y/o eventos migratorios: en un primer grupo, dos sujetos mostraron valores isotópicos en esmalte y hueso muy similares a los teotihuacanos locales, sugiriendo una residencia de muy largo tiempo; en el segundo grupo integrado por cinco individuos, las estimaciones isotópicas en esmalte apuntan para cada uno de ellos distintos lugares de origen no determinado, mientras que las mediciones de hueso los señalan como inmigrantes a Teotihuacan; el tercer y último grupo lo componen dos individuos que, por los resultados, es muy posible que fueran migrantes oaxaqueños dadas las significativas y singulares diferencias de las relaciones isotópicas de estroncio respecto a Teotihuacan (Price *et al.* 2000:910).

En 2001, White y colaboradores investigaron la posible presencia de individuos teotihuacanos en Altún Ha, sitio maya ubicado en Belice. Para tal propósito analizaron la

relación de isótopos de oxígeno del fosfato del esqueleto de un individuo elite que data del Clásico Inferior maya (280-550 dC.) encontrado en la tumba F/8-1. La relación entre estos dos sitios durante el periodo Clásico es un hecho incontrovertible para los investigadores, mas no se sabe si hubo una presencia física de teotihuacanos en el lugar. Los resultados indicaron que, al parecer, Teotihuacan no fue el lugar de origen del individuo (White *et al.* 2001).

En el año 2002, White y colaboradores publicaron un estudio sobre las identidades geográficas de las víctimas sacrificiales de la Pirámide de la Serpiente Emplumada de Teotihuacan a través del análisis de las relaciones de isótopos de oxígeno en el fosfato de los esqueletos de 41 víctimas. Los resultados mostraron que algunos de los individuos identificados como soldados habían vivido en Teotihuacan desde la infancia y otros se habían trasladado a Teotihuacan desde varios lugares del extranjero. La mayoría había vivido en el sitio durante un período prolongado antes de su muerte. El porcentaje más alto de las personas en el centro de la pirámide no era de Teotihuacan ni había vivido en la ciudad mucho antes de su muerte. Los autores sugieren que la elección de las víctimas tenía por objeto demostrar la poderosa ideología de Teotihuacan hacia el resto del mundo mesoamericano.

Una nueva investigación de isótopos estables de oxígeno y estroncio tanto de esmalte dentario como de huesos es la de White y colegas (2007), quienes estudiaron a las víctimas sacrificiales localizadas al interior de la Pirámide de la Luna en Teotihuacan. De acuerdo con los resultados, todas las víctimas excepto una, habían nacido en regiones foráneas, entre las que se identificaron la costa del Golfo, la Sierra Madre del Sur y pueblos cercanos de la misma Cuenca de México, así como de la Sierra Meridional, el Valle de Motagua y las Tierras Bajas Mayas.

Los autores destacan la notable diferencia en términos de origen y momento de migración entre las víctimas de la Pirámide de la Luna y las de la Pirámide de la Serpiente Emplumada. Los sacrificados de la Pirámide de la Luna provenían posiblemente de la costa del Golfo o de las tierras bajas mayas y llegaron a la ciudad poco antes de su muerte, sugiriendo que fueron capturados o tomados por sus enemigos. Por otro lado, las víctimas de la Pirámide de la Serpiente Emplumada tuvieron un origen geográfico más diverso, posiblemente provinieron de Oaxaca, Michoacán o la llanura costera o pie de monte de Guatemala y muy posiblemente se asentaron en Teotihuacan mucho tiempo antes de su muerte, pudiendo ser, para los autores, posibles soldados elegidos para proteger simbólicamente al Estado (White *et al.* 2007).

En 2004, Michael Spence y colaboradores publicaron un artículo acerca de las relaciones de los isótopos de oxígeno en los entierros del Barrio de los Comerciantes. Tomando como base nuevamente a la cerámica, sugieren que los materiales provienen de la costa del Golfo, las tierras bajas mayas y del estado de Puebla, siendo probable que algunos individuos fueran comerciantes a larga distancia. El estudio se llevó a cabo separando la colección esquelética por fase cronológica, de esa manera los individuos de las fases Tlamimilolpa Tardío, Xolalpan Inferior y Xolalpan Tardío se encuentran ubicados dentro de valores típicos teotihuacanos, si bien durante la fase Xolalpan se registró mayor variación de resultados que en tiempos de la fase Tlamimilolpa. Un dato interesante fue que los investigadores consideraron por separado a hombres y a mujeres observando que: “Los patrones de edad y sexo sugieren la inmigración a un pueblo estable con una ocupación de larga duración por parte de los varones. La mayor parte de los valores de las mujeres y los subadultos son locales, por lo que parece que los varones eran

los que se trasladaban, probablemente en su adolescencia, y se casaban con mujeres teotihuacanas” (Spence *et al.* 2004:90).

El estudio de White y colegas (2004) correlaciona datos de isótopos con aspectos demográficos y continuidad étnica en Tlailotlacan, también conocido como el Barrio Oaxaqueño. Los autores concluyen que algunos de los individuos estudiados habían nacido en Teotihuacan y permanecieron un tiempo en otro lugar antes de volver a la ciudad. Al parecer Tlailotlacan no fue un barrio fundado sólo por zapotecas que continuaron sus tradiciones de generación en generación, sino que existió una interacción entre los habitantes del enclave con individuos de origen teotihuacano (White *et al.* 2004).

Investigaciones recientes en el Barrio de Teopancazco, de donde se tomaron muestras de esmalte y hueso a 27 individuos para análisis de isótopos de estroncio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y de oxígeno, permitieron a Schaaf y colegas (2012) identificar en diez individuos su claro origen migratorio, mientras que en otros cinco sujetos se registraron posibles movimientos migratorios internos entre diferentes áreas del Altiplano. Los doce individuos restantes tuvieron un origen local, pues nacieron y murieron en Teotihuacan. Los resultados de estos autores usando la técnica de estroncio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en hueso y en diente en 27 entierros de Teopancazco comprueban la movilidad que existió en la ciudad durante el Clásico.

También para el Barrio de Teopancazco (Morales *et al.* 2012) se llevaron a cabo investigaciones que tuvieron como objetivo determinar la procedencia de 38 individuos enterrados en el centro de barrio de Teopancazco, Teotihuacan, analizaron la $\delta^{18}\text{O}$ en carbonatos del esmalte. De la misma manera se analizó $\delta^{13}\text{C}$ en esmalte para la reconstrucción de la dieta total, $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno para dieta proteica y niveles tróficos utilizando $\delta^{15}\text{N}$.

Mediante la comparación de las huellas isotópicas de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (‰) de los carbonatos de la bioapatita del esmalte de los dientes de Teopancazco con las huellas isotópicas de otros sitios de Teotihuacan se observó que los habitantes de Teopancazco provienen de múltiples regiones geográficas. Éstas corresponden a zonas con un intervalo de altitudes que van desde el nivel del mar hasta 4 000 msnm. En cuanto a la comparación del origen geográfico de los habitantes de Teopancazco y los otros sitios de Teotihuacan con las huellas isotópicas de oxígeno de los habitantes de la región maya, se puede decir que es posible que las características isotópicas de algunos de los migrantes de Teopancazco correspondan a individuos de otras culturas, como la maya, que vivían en Mesoamérica de manera simultánea a Teotihuacan (Morales *et al.* 2012).

La información relacionada con la paleodieta aportada por el análisis de isótopos estables de C y N y de elementos traza ubica al grupo mayoritario de la población de Teopancazco en al menos el segundo nivel trófico de la cadena alimenticia, es decir, su dieta incluía animales como el guajolote, perro y tlacuache alimentados en cautiverio con maíz (Morales *et al.* 2012).

2.3.2 Chalcatzingo

En 1979 Margaret J. Schoeninger realizó un análisis de estroncio para conocer la dieta y estatus en Chalcatzingo analizando muestras de ese sitio del periodo 1115-500 aC. Schoeninger utilizó dos técnicas para evaluar la población esquelética de Chalcatzingo: espectrometría de absorción atómica y análisis de activación de neutrones.

También comparó la concentración de estroncio y la posición del rango social dentro de Chalcatzingo, ya que le interesaba conocer las diferencias en la cantidad de carne consumida entre los distintos rangos sociales de acuerdo con los bienes funerarios que

acompañaron a cada individuo. De acuerdo con Schoeninger (1979), las muestras arqueológicas sugieren una organización social de tipo jefatura, por lo que debió de existir alguna prueba de una estratificación social interna.

En los resultados de la muestra de individuos que estaban acompañados de piedra verde, éstos tuvieron el nivel de estroncio óseo medio más bajo Cx_532, mientras los individuos enterrados con un plato poco profundo, tenían un nivel ligeramente más alto X= 635 y el tercero, que no tenía material, presentó niveles de estroncio óseo medio más alto aún X=700, lo que sugiere que su dieta contenía menos carne de la que estaba disponible para el resto de la comunidad. Los individuos enterrados sin ofrenda, que son de bajo rango, son los que tienen niveles más altos de estroncio. El grupo de individuos enterrados con piedra verde, que se supone son de alto rango, tiene un nivel medio de estroncio óseo bajo, lo que indica un mayor consumo de carne. El grupo enterrado con platos poco profundos, es asumido como de rango intermedio. La autora concluye que el nivel de estroncio en los huesos refleja la diferencia dietética.

Sin embargo, en 2016 Samantha A. Streuli, de la Universidad de California, analizó la composición isotópica de carbono de las mismas muestras y no encontró ninguna estratificación en cuanto a la dieta. Al igual que el trabajo que le antecedió, Streuli buscó conocer las diferencias sociales en cuanto a la alimentación, tratando de reconocer el acceso de las élites al maíz y a la carne a través de los isótopos de carbono y nitrógeno, mientras que, por medio de isótopos de oxígeno se buscó conocer los patrones de migración. Para ello analizó 23 muestras de individuos pertenecientes al periodo Preclásico.

La evidencia isotópica de ^{13}C y ^{15}N mostró que, en cuanto al consumo de plantas, el mayor consumo fue de plantas C4 como el maíz, y fue consumido igualmente por

individuos de alto y bajo estatus. También se observó que se consumieron cantidades similares de proteína animal, por lo que no hubo diferencias significativas entre la gente común y las élites en términos dietéticos. Menciona que es posible que, a pesar de la presencia de marcadores de estatus en las residencias y entierros de Chalcatzingo, la creciente complejidad social en este sitio del periodo Preclásico simplemente no haya dado lugar a diferencias en la dieta basadas en el estatus (Streuli 2016).

En cuanto a la composición isotópica de oxígeno, los resultados también difirieron de los reportes expuestos en los trabajos anteriores para el centro de México, en donde se sugiere que Chalcatzingo fue una comunidad compuesta por varios migrantes. Sin embargo, no hubo diferencia de procedencia entre élites y no élites, ni de los individuos hallados dentro del altar "olmeca" ni en comportamientos de dieta. Esto les indicó que debe tenerse cuidado al hablar de estatus con la muestra encontrada en el contexto alrededor de un individuo (Streuli 2016).

2.3.3 Área Maya

En las investigaciones arqueológicas en el área maya se han realizado estudios isotópicos en hueso y dentina para entender el consumo de alimentos y reconstruir la dieta de los antiguos mayas en el sur de México, Belice y Honduras (White 1999; Whittington y Reed 1997; Wright 2005). Se han hecho patrones geográficos de la dieta, patrones de dieta durante el colapso maya y la relación entre dieta y estatus (Whittington y Reed 1997; Wright 1997). En los últimos 15 años se ha realizado un número considerable de trabajos sobre dieta y migración utilizando los análisis de isótopos estables (ver Buikstra *et al.* 2004; Burton *et al.* 2016; Freiwald *et al.* 2014; Hodell *et al.* 2004; Price *et al.* 2011; Price *et al.* 2006; Price *et al.* 2008; Price *et al.* 2010; Price *et al.* 2014; Price *et al.* 2015; Ruiz

González 2020; Scherer 2017; Scherer *et al.* 2015, 2015a; Sierra *et al.* 2014; Suzuki 2015; Wright 2005; Wright 2012; Wright *et al.* 2010; Wrobel *et al.* 2017).

Somerville y colegas (2013) realizaron un análisis de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno, $\delta^{13}\text{C}$ en bioapatita y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno para conocer la diferencia en los patrones dietéticos de la gente común y las élites, ya que a lo largo de distintas investigaciones en el área maya se ha visto que en el periodo Clásico existió un alto grado de estratificación socioeconómica. Tomaron muestras de restos óseos de los sitios de Altun-Ha, Lamanai, Holmul, Baking Pot, Barton Ramie y Pacbitún, y encontraron que la dieta de la élite maya fue significativamente más variada a través del tiempo en términos del consumo de maíz y niveles tróficos, mientras que la dieta de la gente común fue estable a lo largo del tiempo y consistió principalmente de maíz.

Para los autores, la estabilidad en la dieta de las personas comunes, en contraste con la variabilidad de la dieta de la élite maya, abre la posibilidad de que las diferencias se deban a que las estrategias de los segundos eran más cerradas en lo político y económico, pues tenían estrategias diferentes de consumo (Somerville *et al.* 2013).

En el 2009 Williams y colegas realizaron una investigación acerca de la subsistencia marina maya a partir de la evidencia isotópica de los sitios Marco Gonzáles y San Pedro, Belice. Tomaron muestras de 38 individuos de Marco Gonzáles: 28 adultos y 10 subadultos, algunos de ellos de estatus alto; mientras que del sitio de San Pedro tomaron 29 individuos: 20 adultos 9 subadultos, provenientes de estructuras domésticas a los cuales se les realizaron análisis isotópicos de nitrógeno y carbono.

El objetivo era investigar la dieta y la relación social y política de acuerdo a ésta, pues los suelos salinos del cayo Abergris no permiten cultivar maíz. Marco Gonzáles es un sitio que tiene arquitectura pública y existen indicios de intercambio con Guatemala, Yucatán y

El Salvador, así como de contacto con el centro ceremonial Lamanai del Posclásico, 1350 dC. Por otro lado, San Pedro es una pequeña aldea de pescadores del Posclásico Terminal, entre 1400-1650 dC., sin monumentos públicos ni monumentales y estaban menos involucrados en el comercio marítimo.

De acuerdo con los resultados isotópicos, la dieta de Marco Gonzáles estaba basada primordialmente en proteínas marinas, aunque algunos habitantes, posiblemente de élite, consumieron animales terrestres como venado y presentaban consumo de maíz. La comida importada tenía mayor valor social, pues no era para todos, sólo para las élites, incluyendo la comida marina como la proveniente de los arrecifes, y el maíz.

Mientras que en San Pedro la muestra de este sitio mostró datos que indican que su dieta se basó primordialmente en proteínas marinas. Posiblemente era una aldea de pescadores (Williams 2009).

2.3.4 Soconusco

En el año 1992, Blake y colegas realizaron una investigación de isótopos estables para indagar sobre la importancia del maíz en el Soconusco en muestras de hueso humano provenientes de fases precerámicas, del Preclásico Inferior y del Posclásico.

Encontraron que dos individuos de la fase precerámica Chantuto B del sitio Tlacuachero habían ingerido más plantas C4., posiblemente maíz, que en fases posteriores. Esta observación proviene también de hallazgos en micro restos de maíz del período precerámico y la abundancia de macro restos botánicos de maíz en las aldeas del Preclásico Inferior. Observaron que en el periodo Arcaico, alrededor de 4800 aC., la gente subsistió con una dieta con un alto consumo tanto de maíz como de especies acuáticas parecidas al camarón. En las siguientes fases, Locona hasta Cuadros, la dieta local consistió en un conjunto de plantas C3, herbívoros que consumieron plantas C3 y especies

estuarinas. Los resultados obtenidos fueron contrarios a lo que pensaban de la subsistencia de las primeras aldeas permanentes como Paso de la Amada, ya que creían que tenían una subsistencia basada en el maíz y en cambio, observaron que en periodos anteriores parecía que se consumía mayor cantidad de maíz.

Posteriormente, los mismos autores (Chisholm y Blake 2009) realizaron un estudio sobre la dieta prehistórica en el Soconusco. El objetivo de la investigación era saber en qué extensión esta gente se dedicó a la agricultura en general y al cultivo de maíz en particular, pues la gente que vivió a lo largo de la costa del Pacífico del sureste mexicano habitaba un medio ambiente abundante y diverso de especies de flora y fauna. Proponen que el maíz quizá fue usado para preparar bebidas y no como comida, ya que el maíz no era una planta de alta productividad. Siguiendo a la fase Cuadros, las plantas C4, especialmente el maíz, comienzan a ser importantes en la dieta local, mientras que las plantas C3 y los consumidores herbívoros pierden mucha importancia. Sin embargo, para los autores se necesita mucha más información para la reconstrucción precisa de la dieta.

2.3.5 Golfo de México

Como mencionamos anteriormente, la única investigación de Seinfeld y colegas en 2009 en el Golfo de México se enfoca en la determinación del uso del maíz en un sitio olmeca del Preclásico Medio usando la relación de isótopos estables de carbón presentes en la cerámica.

El análisis de isótopos estables en cerámicas que absorbieron residuos orgánicos puede ser un método efectivo para conocer los patrones de consumo de maíz cuando la cerámica viene de contextos arqueológicos uniformes. Puede determinar la presencia de plantas C4 en muestras donde los compuestos orgánicos están degradados. Para su estudio usaron 24 muestras de cerámica del periodo Preclásico Medio halladas en depósitos de élite datados

en 650 aC. del sitio olmeca de San Andrés, Tabasco. Tomaron muestras de cerámica de diferentes categorías: cerámica ceremonial para servir comida y bebidas en eventos especiales y cerámica utilitaria. Los datos de San Andrés revelan diferencias en los patrones de maíz contenido en vasijas de lujo y utilitarias: la cerámica de lujo tuvo una alta proporción de plantas C4, más que las utilitarias. Para los autores, este resultado sugiere que el maíz fue usado en altas proporciones en contextos de élite en cerámica especializada para ello, posiblemente en festividades para ser consumido como una bebida alcohólica (Seinfeld *et al.* 2009).

A través de las líneas anteriores discutimos las características particulares de cada isótopo que usaremos para el análisis y la importancia de una muestra sin diagénesis. También acercarnos a varias investigaciones destinadas a identificar mediante el análisis isotópico de restos óseos la alimentación y el origen geográfico de las sociedades pretéritas de Mesoamérica, las cuales han enriquecido y cambiado los conocimientos e ideas previas y han planteado nuevas interrogantes.

CAPÍTULO III

TEORÍAS ARQUEOLÓGICAS

En el presente capítulo abordamos las teorías arqueológicas establecidas previamente a lo largo de las investigaciones arqueológicas en Mesoamérica. Estas giran en torno a la subsistencia, contacto e intercambio de las poblaciones de San Lorenzo y Loma del Zapote con otras áreas, especialmente con el Altiplano Central.

3.1 Subsistencia

La capital olmeca de San Lorenzo y el sitio secundario Loma del Zapote se ubican en la costa del Golfo de México, en el sur de Veracruz. Las llanuras costeras están compuestas de tierras bajas y elevadas y se extienden desde la costa y litoral hasta las zonas ribereñas de las cuencas de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos, Tonalá y Pajonal, incluyendo la sierra de los Tuxtlas (Cyphers 2012). Ambos sitios se ubican en la llamada zona nuclear olmeca, en donde floreció, se desarrolló y llegó a su fin esta cultura entre 1800 y 400 cal aC.

Ortiz y Cyphers (1997:49) mencionan que estos sitios ocuparon un lugar privilegiado en las tierras altas de la llanura deltaica del río Coatzacoalcos, ya que cuando había crecidas no llegaban a inundarse. También mencionan que se encontraban entre las confluencias de dos importantes brazos fluviales que pudieron ser navegables y constituyeron una importante vía para la comunicación y el comercio. Lo anterior les permitió tener una posición estratégica para controlar el movimiento de bienes a través del sistema fluvial.

Este entorno fue fuente de notables recursos para la alimentación de su creciente población y formó parte de los factores que facilitaron su desarrollo sociopolítico. Sin

embargo, como mencionan Symonds y colegas (2002), es importante notar que la subsistencia es un tema controversial en el caso de San Lorenzo, pues el medio ambiente en el cual se desarrolló en las tierras bajas, las ribereñas y las planicies de inundación, al igual que hoy, presenta cursos de los ríos cambiantes, grandes e impredecibles inundaciones que proporcionan una inestabilidad y cierta inseguridad a esta región.

En relación con la zona nuclear olmeca existen diversas hipótesis sobre el tipo de recursos que fueron la base de la alimentación. Se han realizado múltiples estudios y propuestas sobre la subsistencia temprana de los olmecas (Arnold 2009; Blake *et al.* 1992; Borstein 2001; Chisholm y Blake 2009; Cyphers 2012; Cyphers *et al.* 2013; Killion 2013; Pool 2007; Raab *et al.* 2000:267; Symonds *et al.* 2002; VanDerwarker y Kruger 2012). No obstante, el modelo que sigue dominando la discusión sobre la subsistencia olmeca en la cuenca del Coatzacoalcos es el propuesto por Coe y Diehl (1980: I:144). En éste figura el maíz como base de la subsistencia y el detonador de la complejidad social en la región olmeca.

Sin embargo, investigaciones recientes realizadas por el Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán (Cyphers *et al.* 2013) sobre fitolitos, modificaciones tectónicas y antropogénicas de la cuenca, predicciones climatológicas de larga duración (núcleo cariacó), así como análisis de factores de riesgo y respuestas modernas de los habitantes de las llanuras de inundación, han proporcionado una visión que difiere ampliamente de la de Coe y Diehl, y en la cual el maíz no tiene una preponderancia sobre otro tipo de recursos alimenticios.

En el modelo de las riberas, con base en su alta fertilidad y excepcional productividad de maíz, Coe y Diehl (1980: II:137-152) proponen que las riberas de río jugaron un papel importante, considerándolas un recurso fundamental para el surgimiento del poder de la

élite olmeca. En su modelo, sugieren que en tiempos igualitarios surgió la guerra entre los grupos de parentesco a consecuencia de la competencia por el control de las tierras altamente productivas de las riberas que se usaban para la producción de un excedente de maíz.

Los grupos de parentesco competían entre sí para ganar y controlar las tierras con mayor productividad, lo que permitió un excedente de maíz que llevó a una redistribución de recursos por medio de festivales e incrementó la importación de bienes. Para estos autores el control de dichas tierras dio origen a la jerarquización, a la complejidad social y, por ende, a la civilización. Los autores enfatizan las riberas activas, que identifican como la serie de suelos Coatzacoalcos, las cuales serían las tierras más productivas para el cultivo de maíz en el entorno de San Lorenzo (Coe y Diehl 1980: II:142-143).

Empero, Cyphers (2012) menciona que los suelos Coatzacoalcos componen sólo el 21% del área inmediata alrededor de San Lorenzo, lo que no sería suficiente para las estimaciones de productividad de maíz que Coe y Diehl propusieron: tres cosechas anuales, con una productividad de 500 toneladas al año para 2778 personas. Además, Symonds *et al.* (2002) mencionan que si las tierras fueron controladas por una élite, se debería ver reflejado en el patrón de asentamiento, el cual no muestra indicios de sitios permanentes en las riberas o en las llanuras aluviales contiguas antes del 1400 cal aC. que pudieran confirmar dicho control. Tampoco, como menciona Cyphers (2012), se han encontrado pruebas de conflicto por el dominio de las riberas.

Cyphers y colegas (2013) indican que San Lorenzo se encuentra en un área de riesgo por inundaciones, en donde los contrastes que ocurren en las llanuras costeras y las fluctuaciones impredecibles implican un alto nivel de riesgo para la subsistencia humana, es decir, el modo de vida puede ser simultáneamente restringido o permitido por el agua,

afectando la disponibilidad y la producción de recursos de subsistencia. Las autoras mencionan que Coe y Diehl no tomaron en cuenta la imprevisibilidad y la magnitud de las inundaciones, lo cual conlleva a la inseguridad en el rendimiento del cultivo ya que es muy variable dependiendo de las lluvias. Además, asumiendo que las tierras de las riberas son homogéneas, proponen un modelo de riesgo en donde es necesaria la diversificación en los métodos de almacenamiento, intercambio, movilidad y la producción de alimentos de bajo y alto rendimiento, recordando que los alimentos de alto rendimiento son importantes en la acumulación de riqueza y deudas.

Las autoras aportan pruebas de que el maíz no fue preponderante frente a otro tipo de recursos alimenticios, como son los tubérculos, durante la temprana subsistencia olmeca. Proponen que los olmecas de San Lorenzo conocían el maíz desde tiempos remotos y que pudo formar parte de la dieta en forma de elotes y de bebidas dulces hechas a base del tallo de la planta (Cyphers *et al.* 2013:56, 58).

Para ello, examinaron durante dos décadas factores generales de riesgo en las llanuras costeras y las estrategias de subsistencia de los habitantes contemporáneos que ocupan la misma localidad geográfica que los olmecas de San Lorenzo, así conocer las estrategias modernas para manejar el riesgo, para entender los ciclos de abundancia y escasez de alimentos, y detectar cómo abordan los diferentes factores de riesgo en su producción, en este caso de carbohidratos y alimentos proteicos (algunos como víveres almacenables en tiempos de crisis).

En su estudio identificaron que, dependiendo de la temporada, existen dos hechos naturales relativamente predecibles que provocan tiempos difíciles: la canícula y la inundación grande a finales de verano. Para los campesinos actuales la canícula es un tiempo de preocupación porque podría poner en riesgo la adecuada maduración de los

cultivos debido a las altas temperaturas y a la reducción de lluvias; además de la escases de maíz, incide también en el bajo rendimiento de peces y tortugas. La gran inundación, aunque predecible relativamente en su temporalidad, tiene una magnitud desconocida y los alimentos proteínicos acuáticos a veces son inaccesibles debido a su dispersión por el gran volumen de agua.

Durante la gran inundación se reconocen 4 niveles que proporcionan distintos tipos de recursos como pescados y tortugas en la primera etapa, pescado y aves migratorias de lagunas, charcos y cauces laterales en la segunda etapa, en la tercera hay pocos recursos acuáticos pues los niveles de agua bajan y la cuarta se lleva a cabo la cosecha y recolección de fauna como tortugas. Observaron también que los habitantes se mueven hacia la llanura norte, a los humedales, en donde practican diversos tipos de cultivos agrícolas escalonados, dependiendo de la temporalidad y la abundancia de agua.

Para la época olmeca, las autoras mencionan que los datos climatológicos observados en el núcleo Cariaco indican que una larga sequía prevalecía cuando los primeros habitantes llegaron a San Lorenzo. Durante la fase Ojochi hubo reducciones y expansiones esporádicas en los humedales y al final de la fase hubo baja precipitación, seguida de intervalos de humedad y sequía con una tendencia general de precipitación que iba en aumento, la cual llegó a su máximo en la fase Chicharras.

Proponen que para manejar el riesgo durante las etapas de alta precipitación, los olmecas construyeron un tipo específico de sitio en los humedales de la llanura norte: los islotes, que son montículos bajos artificiales hechos de tierra y representan una de las más tempranas construcciones artificiales relacionadas con actividades de subsistencia de las unidades domésticas. Los ubicaron en zonas clave donde hay abundancia de recursos, en ellos obtenían una gran producción de alimentos con lo cual reducían el riesgo de

hambruna. Así, los individuos vivían en los lomeríos y cosechaban tubérculos y se trasladaban a los humedales periódicamente en donde encontraban alimentos acuáticos, de acuerdo a los ciclos alternados de abundancia y escasez de alimentos subordinados a la hidrología, tanto en humedales como en lomerío. Estas zonas de concentración de recursos facilitaban la producción de excedentes almacenables que ayudaban a sobrevivir en los tiempos de crisis. Además, están estrechamente relacionadas con la creación de una estructura social jerarquizada (Cyphers *et al.* 2013).

Por otra parte, Cyphers y colegas (2013) muestran resultados, mediante el análisis de fitolitos y macrorrestos, que el maíz aparece tardíamente en la secuencia ocupacional de San Lorenzo, durante la transición entre las fases San Lorenzo A y B, alrededor del 1200 cal aC., con una máxima representación en la fase San Lorenzo B, 1200-1000 cal aC. Sugieren los olmecas de San Lorenzo conocían el maíz, el cual debió ser un cultivo de baja productividad, como sucedió en otras regiones de Mesoamérica, y que se incorporó gradualmente a la economía de subsistencia mixta que incluía la pesca, la caza, la recolección, el cultivo de tubérculos y la arboricultura.

Es importante notar que dichas autoras no desechan por completo el modelo Coe y Diehl. Lo rechazan como explicación del surgimiento de la complejidad sociopolítica, pero aceptan que la siembra en las riberas pudo ser una posible adaptación tardía ante la escasez de alimentos y el crecimiento poblacional. Argumentan lo siguiente:

“Una posible consecuencia del estrés alimentario en condiciones de alta densidad poblacional es la incursión a ecotonos de alto riesgo para poder diversificar aún más la producción de alimentos. Planteamos que los habitantes de la isla voltearon su mirada hambrienta a una frontera incierta, los humedales, para la producción de carbohidratos. Los riesgos involucrados en la agricultura de recesión se tenían que valorar más y más en términos de las necesidades, haciendo de esta manera que el cultivo en los humedales se viera más atractivo y necesario. Es, por supuesto, en este momento cuando el maíz en forma micro y macroscópica llega a ser visible en el registro arqueológico” (Cyphers *et al.* 2013:115).

Por lo tanto, la situación en San Lorenzo se transformo con el tiempo. De los abundantes recursos alimentarios de la fase Ojochi a una presión alimentaria cuando la población alcanzó su máximo pico en la fase San Lorenzo B. El manejo del riesgo y la reducción de terreno cultivable hizo que los habitantes de San Lorenzo buscaran una solución a la presión alimentaria aumentando y diversificando su producción y ampliando el intercambio.

El entorno de Mesoamérica es muy diverso y geológicamente abarca desde el interior montañoso del centro de México, las tierras altas de Guatemala hasta las llanuras costeras tropicales bajas de las costas del Golfo y del Pacífico (Grove 1996).

Fuera del sur de la costa del Golfo, en cuanto a testimonios de la recolección y la agricultura para el Altiplano, Richard MacNeish (1964, 1967:301) realizó durante cinco años extensas excavaciones arqueológicas en el valle de Tehuacán y ubicó desde pequeños asentamientos temporales hasta ruinas de grandes ciudades. Encontró que el papel de la recolección de plantas silvestres dentro de una economía esencialmente agrícola fue significativo. Recuperó granos de teocinte, probable antecesor salvaje del maíz, que dató del 5500-3500 aC., lo cual sugiere la posible existencia de una agricultura incipiente (Grove 2007).

Estas prácticas de modificación a través de la agricultura incluyeron a otras plantas (Benz 2001). El amaranto (*Amaranthus leucocarpus*) también se encuentra entre las primeras plantas manipuladas en el sur de la Cuenca de México; su semilla puede tostarse o molerse para obtener harina y sus hojas poseen alto valor nutritivo por su elevado contenido de lisina. Esta semilla se ha encontrado en Zohapilco de manera carbonizada desde la fase Playa hasta la fase Tetelpan, tomando un destacado papel tanto económico como sagrado.

Recientemente Smith (2005) fechó las especies domesticadas más antiguas en México y encontró que las especies de calabazas *C. pepo* y *L. siceraria* se domesticaron en Oaxaca dos mil años antes que en Tehuacán, y obtuvo en la cueva de Guilá Naquitz, Oaxaca, una fecha de 4280 aC. como promedio en 10 olotes de maíz, 700 años más antiguos que los olotes de maíz arqueológico hallados en Tehuacán (3540 aC.) (Long *et al.*, 1989).

3.2 Contacto e intercambio durante el Préclásico

Los olmecas de la costa sur del Golfo han sido considerados como una cultura con un conjunto de características y un estilo artístico distintivo. El arte monumental hallado por los investigadores en el siglo XIX era diferente a todos los estilos conocidos hasta ese momento en Mesoamérica, por lo tanto, el sur del estado de Veracruz y el occidente del estado de Tabasco fue designado por Bernal (1969) como la Zona Nuclear Olmeca, término que, como menciona Cyphers (2018), implica un territorio político y una identidad étnica.

El principal sitio olmeca del Preclásico Inferior, San Lorenzo, alcanzó su punto máximo esplendor entre el 1400 y el 1000 aC., periodo cuando ocupó una superficie de 700 hectáreas y albergó una población de 8000 habitantes. Su gobierno local estaba compuesto de varios niveles administrativos y dominó las vías de comunicación fluviales y terrestres, extendiendo su influencia política, religiosa y económica a lo largo de la región olmeca.

Cyphers (2018:27) menciona que durante el Preclásico Inferior, 2000-1000 aC, y el Preclásico Medio. 1000-400 aC., los olmecas tenía una sociedad estratificada con un sistema político centralizado encabezado por gobernantes hereditarios y divinos que participaban en complejas redes de interacción tanto regional como interregional.

La misma autora comenta que la expansión política de San Lorenzo en la región olmeca se enfocó en obtener los recursos necesarios, por ello se situaron lugares claves en la intersección de rutas de comunicación y transporte, lo cual promovió el desarrollo de una jerarquía de pueblos que dominaban puntos importantes. Esto se ve reflejado en el hecho de que, según la ubicación de los asentamientos, presentan esculturas en formas, tamaños y cantidad de acuerdo al estatus que tenían. Por ejemplo, los tronos con el mismo tamaño e iconografía fueron hallados en los centros secundarios de Loma del Zapote y Estero Rabón. En el centro menor Laguna de los Cerros, donde se llevaba a cabo la explotación de una fuente de basalto en las faldas de la sierra de los Tuxtlas, se halló un trono miniatura que reproduce al Monumento 14 de San Lorenzo; los poblados con menor jerarquía contaban con una o varias esculturas con menor significado cosmológico (Cyphers 2018).

Cyphers (2012:24) utiliza el concepto de *hinterland* para hablar de las relaciones que los olmecas mantuvieron dentro de la región y fuera de ella, entendiéndola como "el área de influencia o interacción de un centro, excluyendo la continuidad espacial o contigüidad a los grandes centros poblacionales como criterio de definición; sus variedades pueden ser de índole económica, política e ideológica".

A través del intercambio de las materias primas, San Lorenzo interactuó con las comunidades cercanas, observando las redes de intercambio regional intensivo de las que San Lorenzo formó parte (Cyphers 2018:50-57), se entendió que los corredores naturales, como las redes fluviales de la cuenca baja del río Coatzacoalcos, fueron utilizados como vía de transporte contribuyendo a una mayor interdependencia regional y flujos de recursos entre las jerarquías de asentamientos. Así, la corriente de los ríos estableció la direccionalidad del movimiento de personas y bienes hacia los nodos principales,

fomentando el desarrollo de las esferas de interacción económica, la especialización y la administración.

Entre las materias primas que provenían de comunidades cercanas a San Lorenzo se encuentran (Cyphers 2018:50-60):

- Hematita, el cual es un mineral rojo de óxido de hierro. En la época prehispánica tuvo connotaciones sagradas y fue utilizado para repellar pisos y paredes de los edificios o para engobes e incrustaciones de vasijas cerámicas. Los yacimientos de este material se encuentran en Almagres, ubicado a 15 km, resguardados por el centro secundario Estero Rabón.

- Caolín, una arcilla de color blanco que fue utilizada para producir cerámica de paredes delgadas y color blanco, algunas veces con decoraciones incisas; el yacimiento más cercano a San Lorenzo es Jaltipan de Morelos, a 25 km.

- Basalto, fue utilizado en obras escultóricas y herramientas utilitarias. Los yacimientos de basalto se encuentran en Llano del Jicaro, a 50 km de San Lorenzo, en la falda baja de la sierra de los Tuxtlas, en el cual se hallaba un taller manejado por el centro de Laguna de los Cerros.

- Chapopote, fue utilizado como adhesivo e impermeabilizante. Posiblemente se obtuvo de los yacimientos cercanos como los ubicados al oeste de Jaltipan o en Texistepec (Symonds *et al.* 2012, Wendt 2003) .

Por otra parte, San Lorenzo y sus centros secundarios importaron obsidiana que procedía del centro de México, el Occidente y Guatemala, la magnetita y la ilmenita de Oaxaca para manufacturar espejos brillantes y herramientas para actividades productivas

(Cyphers 2018). Posiblemete este intercambio de material procedente de otras áreas estuvo bajo el control de las élites de San Lorenzo (Clark 1997; Cyphers 1996).

- Ilmenita, es un material importado desde Oaxaca. Con ella se elaboró lo que se ha interpretado como un soporte para un taladro de arco (Cyphers y Di Castro 1996; Di Castro 1997) Estas herramientas gastadas se depositaron en 3 fosas subterráneas, las cuales contienen los desechos secundarios del desgaste que se produjo al perforarlas.

- Minerales ferrosos para producir espejos, se obtuvieron de varios yacimientos de diferentes áreas de Oaxaca: Niltepec, Loma Salinas y Huitzo.

- La obsidiana fue importante en las relaciones de intercambio entre San Lorenzo y regiones lejanas a lo largo de Mesoamérica. Se ha propuesto que su movimiento se realizó a través de redes domésticas que no dependían de las élites (Hirth *et al.* 2013). La obsidiana fue importada a San Lorenzo de nueve fuentes mesoamericanas distantes durante la fase San Lorenzo, incluidas las canteras en el interior de Guatemala (Cobean *et al.* 1991; Hirth *et al.* 2013). Fue el material de corte principal en San Lorenzo que se remonta a la fase Ojochi, cuando las herramientas de obsidiana constituían el 98 por ciento del inventario de herramientas hechas con lascas de piedra (Hirth *et al.* 2013). En el 1400 aC. los yacimientos que abastecían a San Lorenzo eran: Guadalupe Victoria, Puebla, y el Pico de Orizaba, Veracruz, ubicados a unos 300 km de distancia, y el Chayal, Guatemala, a 600 km. Entre el 1400 y 1200 aC las redes de intercambio se expandieron. Dominaba el yacimiento de Guadalupe Victoria y surgió otro de la cuenca de Cuitzeo, en Michoacán. En la época de esplendor de San Lorenzo, 1200-1000 aC, se incrementó la obsidiana obtenida de El Chayal, Paredón y Ucareo; sin embargo, el yacimiento de Guadalupe Victoria seguía siendo el proveedor principal.

- El jade proviene de canteras específicas a lo largo del río Motagua, en el interior de Centroamérica (Seitz *et al.* 2001), y probablemente fue transportado a lo largo de la costa del Pacífico y atravesando el Istmo de Tehuantepec.

En cuanto a los materiales exportados por los habitantes de la costa sur del Golfo, los investigadores han observado que San Lorenzo y sus centros secundarios participaron en extensas redes de intercambio y comunicación con pueblos lejanos, exportando productos no perecederos como el chapopote, trompetas de concha, tambores de caparazón de tortuga, vasijas cerámicas con diseños cargados de simbolismo cósmico y probablemente bienes perecederos como el hule, el cacao, plumas y pieles de animales tropicales (Cyphers 2018).

Se han hallado vasijas cerámicas con motivos sagrados esgrafiados que aparecen alrededor de 1600 aC. en la costa sur del Golfo (Cyphers y Di Castro 2009), las cuales fueron los prototipos de las vasijas posteriores con mayor iconografía que se encuentran distribuidas a lo largo de Mesoamérica entre el 1200 y el 1000 aC., lo cual evidencia las importantes interacciones sociales y económicas entre la costa y los pueblos lejanos. Por ejemplo, San José Mogote, Oaxaca, ubicado cerca de las fuentes de menas de hierro, quizá estuvo involucrado en la manufactura y la canalización de pequeños espejos a la costa sur del Golfo y otras regiones (Flannery 1968b; Coe y Diehl 1980); ciertos sitios de la costa del Pacífico tienen algunos rasgos semejantes a los de la región olmeca, y en el Soconusco se encuentran Paso de la Amada, Cantón Corralito y Ojo de Agua, los cuales son sitios claves en las redes de intercambio (Cheetham 2006).

Grove (1996) menciona que es evidente la importante interacción de la costa del Golfo con poblaciones de Morelos y de la Cuenca de México. Sitios como Tlapacoya, de aproximadamente 70 hectáreas, ubicado en la salida de la cuenca de México hacia el este,

presenta elementos típicos de la región olmeca (Niederberger 1976), y Tlatilco, un sitio de 50 hectáreas, fue un enlace clave con el occidente por su posición en una importante salida natural de la cuenca de México hacia el oeste.

Los sitios que se encuentran a lo largo de los valles de los ríos de Morelos, ricos en agricultura, proporcionan una fuerte evidencia de que la cultura Tlatilco fue un fenómeno del área de Morelos. Presentan una jerarquía de asentamientos de tres niveles: una aldea grande, varias aldeas menores y numerosas aldeas más pequeñas. Ese patrón sugiere que en cada valle se ubicó una jefatura menor que dominó desde la aldea más grande, el principal "centro" para las actividades de intercambio y redistribución (Grove 2007).

En un inicio Tlatilco fue considerado un cementerio, el más importantes del Preclásico, pues fue ahí en donde se encontró una gran cantidad de entierros; sin embargo, con nuevas investigaciones se sabe que era un poblado del 1200-700 aC. con estructuras públicas. Tolstoy (1971) propone que es poco probable que Tlatilco fuera sólo un cementerio, piensa que era un sitio residencial en donde enterraban a sus difuntos debajo de las casas, sugiriendo que:

- Las fechas de las tumbas forman cuatro grupos cronológicos
- La cerámica de las tumbas algunas veces es distinta a la cerámica doméstica contemporánea.
- La distinción de rango se refleja en la cantidad y calidad de las ofrendas, preparación de la tumba y posición del cuerpo.
- La cerámica refleja el sexo del individuo
- Los atributos vinculados al sexo cambian durante el periodo Inferior y tardío
- Las distinciones de rango estaban presentes desde el nacimiento

- Los materiales olmecas, en sí mismos, no indican un estatus alto, aunque ocurren con mayor frecuencia con individuos en el rango medio-alto de la escala de estatus (Tolstoy 1972).

Durante las primeras excavaciones en Tlatilco, Covarrubias notó que los motivos decorativos de la cerámica tenían semejanzas con la cultura olmeca (Covarrubias 1943). Para Tolstoy el material "olmeca" puede definirse como el conjunto de objetos que presentan elementos iconográficos encontrados en San Lorenzo y las tierras del Golfo. La cultura material muestra que Tlatilco incorporó en su culto mortuario vasijas locales decoradas con motivos olmecas, imitaciones de los botellones exóticos típicos del occidente, y pequeños espejos hechos de magnetita de Oaxaca, los cuales adornan algunas figurillas de terracota (Cyphers 2018:57)

Para Grove esas cerámicas decoradas y la alfarería de la cultura Tlatilco, que incluye cuencos y tinajas decoradas con motivos olmecas y figurillas de baby face, son de producción local y constituyen menos del 5 por ciento de la cerámica en Tlatilco y en la región. Además de parecerles ser de producción local, no importadas, menciona que dichas cerámicas olmecas se encuentran tanto en pequeñas aldeas ruralesí como en las aldeas más grandes del área de la cultura Tlatilco, lo que para él significa que eran objetos que fueron utilizados en todos los niveles de esas sociedades, y no eran objetos inusuales o especiales (Grove 2007).

El mismo autor menciona que con base en la gran similitud en la cerámica de los sitios dentro de la cuenca de México y el estado de Morelos se definió la "cultura Tlatilco", demarcando así su extensión geográfica (Grove 2007, 1974:3-4). Sin embargo, no se han llevado a cabo tantas investigaciones en esa áreas, lo que induce a privilegiar las interacciones de las tierras altas con la costa del Golfo (Grove 2007).

Al final del Preclásico Inferior la decadencia de San Lorenzo fue gradual, Cyphers (2018:58) apunta a que fue ocasionada por la tensión social, competencias y cambio ambientales que llevaron al despoblamiento de la región inmediata, haciendo que los habitantes se reubicaran en otras regiones.

Sin embargo, a la par de la decadencia de San Lorenzo surge el centro rector con liderazgo político-religioso de la Venta, alrededor del 400 aC. La Venta es una isla de 550 ha, con un terreno poco productivo para los alimentos, lo que llevó a sus habitantes a ampliar y diversificar su hinterland de suministro e intercambio, incrementando la cantidad, calidad y variedad de bienes de prestigio que obtuvieron a través de diversos mecanismos, incluyendo alianzas políticas (Cyphers 1984, 2018, Grove 1994).

Durante del Preclásico Medio, en la interacción de redes de intercambio regionales y distantes se movilizaron materiales hechos con rocas volcánicas, piedras verdes, conchas marinas, obsidiana, menas de hierro, sílex y mica de Oaxaca, ámbar de Chiapas y posiblemente sal. La adopción de elementos ceremoniales olmecas por parte de la élite de sitios lejanos, para Cyphers representa la emulación de las costumbres del socio más poderoso de las interacciones sociales (Cyphers 2018:79). Algunos materiales que movilizaron en las redes de intercambio incluyen:

Los esquistos, rocas metamórficas de color verdoso, provienen de la Sierra Madre del Sur (Williams y Heizer 1965); minerales ferrosos como la hematita venían de la región de Niltpec y de Huitzo, Oaxaca (Pires-Ferreira 1975); la serpentina procedía de fuentes ubicadas en Puebla y Oaxaca (González-Mancera *et al.* 2009; Jaime-Riveron *et al.* 2012; Williams y Heizer 1965); la jadeita provenía del Valle de Motagua, Guatemala; De la región de Chinameca, Veracruz, se importó la roca caliza (Williams y Heizer 1965); el cristal de roca y la amatista eran importados de la Sierra Madre Oriental, en las cercanías

del Cofre de Perote, Veracruz; el ambar de Chiapas (Cruz-Ocampo *et al.* 2007); y la obsidiana de Guatemala, Pachuca y El Chayal (Jack y Heizer 1968, Doering 2002).

Como menciona Grove, durante el Preclásico Medio el jade tuvo un importante lugar, los individuos de rango alto mostraban su posición social por medio de él. Aparece en cantidades significativas y la iconografía que antes se exponía en la cerámica, ahora se presenta en objetos de piedra verde. Todo esto llevó a que los objetos de piedra verde fueran controlados por la elite (Grove y Gillespie 1992).

Las principales fuentes geológicas de piedra verde se encuentran esencialmente en Guerrero y el valle de Motagua de Guatemala, lejos de los centros olmecas de la costa del Golfo. Así, la mayoría de las sociedades mesoamericanas, incluida la olmeca, adquirieron tanto materias primas de piedra verde como objetos acabados mediante el comercio y el intercambio (Grove 2007).

Por otro lado, el arte monumental en piedra apareció entre el 1400 y 1200 aC. en San Lorenzo y, a pesar de las relaciones de San Lorenzo con regiones distantes, en el Preclásico Inferior no se imitó la tradición de crear escultura monumental (Cyphers 2018). El arte monumental en piedra aparece en regiones distantes sólo hasta después del 1000 aC., en el Preclásico Medio y fue exhibido en una pequeña cadena de centros, principalmente en el centro-oeste de México, y una segunda cadena de centros a lo largo de la costa del Pacífico del sur de Mesoamérica, coincidiendo con el auge de la segunda capital olmeca, La Venta, Tabasco (Grove 2007).

La distribución de esculturas de piedra muestra que las redes de interacción se volvieron más complejas, privilegiando a los sitios claves (Grove 2007) con los que se mantuvieron relaciones, distinguiendo a los aliados políticos y marcando distintas rutas que cruzaron por Mesoamérica para la movilización de bienes y recursos. Incluso en

algunos sitios iniciaron la construcción de conjuntos arquitectónicos similares a los de La Venta (Clark y Pye 2000, Grove 1968, Gutierrez y Pye 2007).

Dentro de los sitios con los que la región olmeca tuvo algún tipo de vínculo en el Preclásico Medio destacan Chalcatzingo, Morelos, y Teopantecuanitlán, Guerrero, los cuales presentan gran cantidad de arte y arquitectura monumental que parece indicar una comunicación directa entre las élites de ambos sitios y el conocimiento de nociones cosmológicas olmecas. Sin embargo, estas obras presentan aspectos formales e iconográficos locales que los distinguen de las de los olmecas (Grove 1984).

Chalcatzingo, se encuentra en la base del Cerro Delgado y el cerro Chalcatzingo, en el Valle de Amatzinac. Fue un importante centro del Preclásico Inferior (cultura Tlatilco) involucrado en el comercio intrarregional e interregional. Durante el Preclásico Medio, 900 aC., aumentó su importancia y adoptó un arte monumental similar al de los olmecas, que siguió sus cánones básicos del arte y del tallado en piedra, al punto que varios tallados comparten motivos particulares con monumentos de La Venta (Grove 1984; Grove 1987a).

En Chalcatzingo se han hallado bajorrelieves y estelas con conceptos cosmológicos que se asemejan a las imágenes olmecas, un ejemplo es la deidad llamada Monstruo de la Tierra, en cuya boca (sinónimo de la cueva de los orígenes) se encuentra una figura sedente, y varias imágenes de la deidad felina.

Una de las mas representaciones más significativas que hallaron los investigadores, se encuentra en el sector norte. Se trata de un patio hundido, de poca profundidad, con fachada de piedra, con una superficie de más de 100 metros cuadrados. Este tipo de patios se encuentran también en Teopantecuanitlán, Guerrero, sitio con el que Chalcatzingo tuvo interacciones importantes (Grove 1987a:429; Grove 1989a:142-145). Estos patios

hundidos quizás sean una característica arquitectónica autóctona del período Preclásico de Guerrero y Morelos.

Sin embargo, en medio del patio hundido de Chalcatzingo se encuentra un altar de piedra con características olmecas, el cual es único fuera de la costa del Golfo aunque se diferencia de éste en distintos aspectos. En primer lugar el frente del altar está adornado sólo con los ojos del Monstruo de la Tierra y carece de un nicho frontal; en segundo lugar, no es un enorme bloque de basalto como los tronos olmecas, a diferencia de ellos está construido con una gran losa de piedra y tiene un centro hueco que contenía dos personajes de elite (Grove 2007).

Otras características semejantes con los olmecas de la costa del Golfo también se hallaron otras representaciones, como la talla de "El Rey" que muestra el motivo de la triple gota de lluvia que se encuentra también en el altar 5 de La Venta, pero asociado con el motivo cruciforme de la boca de la cueva de la montaña que no es un motivo olmecade la costa del Golfo (Grove 2007).

Para Grove (2007) es muy significativo que los pueblos que vivían tanto en Chalcatzingo como en Teopantecuanitlán crearan y exhibieran ciertos símbolos de poder ideológico y político de los olmecas de la costa del Golfo, lo cual señala que algunas interacciones sociales y económicas intensas vincularon a esos dos centros del México Central con una o más jefaturas olmecas de la costa, tal vez a través de alianzas mediante las cuales los olmecas aseguraron su acceso a los recursos deseados del centro de México, como la piedra verde y la obsidiana. Sin embargo, menciona que también debe reconocerse que tales interacciones parecen haber involucrado sólo de manera significativa a dos centros del México Central, Chalcatzingo y Teopantecuanitlán, y que esos centros permanecieron independientes y desarrollaron sus propias variaciones

artísticas "de las tierras altas".

Mientras que, para Cyphers, es evidente que los pueblos de la región olmeca ejercieron alguna influencia, directa o indirecta, en el desarrollo de otros sitios, provocando la adopción y asimilación de conceptos foráneos con el fin de realzar el prestigio de las elites (Cyphers 2018:78).

Al observar el arte portátil con "estilo olmeca" disperso en muchas regiones de Mesoamérica durante el Preclásico, el cual abarca manifestaciones artísticas que van desde los íconos pétreos de gobernantes como las cabezas colosales y tronos monolíticos, representaciones de personajes míticos e históricos de talla monumental, figuras zoomorfas, figuras con sincretismo humano zoomorfo, hachas lisas y esgrafiadas, adornos personales hechos con piedras verdes, pequeñas figuras humanas en piedras y vasijas y figurillas de terracota entre otros, provocó que los investigadores se preguntaran cómo se dieron las interacciones, generando diversos debates sobre el papel que tuvieron los olmecas del Golfo (Cyphers 2018; Blomster y Cheetham 2017).

Al respecto surgió una gama de suposiciones sobre contactos y migraciones desde el Altiplano hacia distintas áreas de la costa, o una expansión de la costa del Golfo hacia el Altiplano Central y otras áreas de Mesoamérica. Por un lado, el debate sostiene que el estilo olmeca temprano comenzó en la región de las tierras bajas del sur del Golfo, en San Lorenzo, y luego se extendió a otras partes de Mesoamerica (Bernal 1969; Clark 1990, 1997; Coe 1965, 1968; Diehl y Coe 1995). Por lo cual fueron denominados "la cultura madre", proponiendo que las influencias o contactos con los olmecas del Golfo habrían estimulado los desarrollos culturales del Altiplano Central de México.

Así surge un modelo centrado en la costa del Golfo que postuló que se difundieron rasgos culturales significativos desde de la región olmeca a otras áreas (Coe 1965). Los

olmecas fueron vistos como más desarrollados que sus contemporáneos y sus "influencias" se tomaron como un estímulo para fomentar la complejidad social a través de Mesoamérica (Grove 1997, 2007).

También se llegó a pensar en un "imperio olmeca" (Caso 1965, Clark 1997), implicando que las manifestaciones artísticas portátiles del "estilo olmeca" halladas en otras regiones fueron producto de influencias olmecas, en donde región constituyó un territorio político donde se ejerció un control ideológico a partir de expresiones materiales como las obras monumentales y portátiles que se usaron para manipular un sistema de creencias.

Otros investigadores piensan que el estilo olmeca temprano es resultado de un proceso donde muchas "culturas hermanas" mesoamericanas alcanzaron sistemas sociopolíticos más o menos comparables (Demarest 1989; Flannery y Marcus 2000; Grove 1989). Sin embargo, no presentan las variadas relaciones que debieron existir a lo largo del Preclásico Inferior en Mesoamérica (Blomster y Cheetham 2017).

De igual manera se ha planteado que los olmecas de la costa del Golfo surgieron en distintos lugares, que eran migrantes de: Guerrero (Covarrubias 1957:76-77), Morelos (Piña Chan 1955), Oaxaca (Wicke 1971:147), los Tuxtlas (Heizer 1968) y la costa del Pacífico (Coe 1968:75; Coe y Diehl 1980-I:143; Graham 1982), quizá de la costa pacífica sur de Chiapas (Clark y Blake 1989: 390). Sin embargo, esta hipótesis duró poco tiempo pues la investigación en San Lorenzo demuestra la continuidad cultural a través de las cuatro fases que comprenden el Preclásico Inferior en San Lorenzo y sus asentamientos periféricos (Cyphers 2012; Lowe 1989, Rodríguez y Ortíz 1997, 2000). Los datos arqueológicos de la larga secuencia ininterrumpida en San Lorenzo indican un desarrollo *in situ* (Cyphers 2012: 28; Grove 1974, 1981).

“El origen de los olmecas no puede sustentarse con facilidad en migraciones o colonizaciones. Las propuestas que se refieren a migraciones que tuvieron lugar antes del 1400 aC. carecen hasta ahora de fundamento empírico, por lo tanto, es preferible pensar en términos de un desarrollo esencialmente local que inicia desde el periodo Arcaico, con consideraciones de los contactos culturales con otras regiones” (Cyphers 2012: 32).

Las características documentadas en San Lorenzo en términos de su patrón de asentamiento, naturaleza urbana, retratos monumentales de líderes, economía política y papel en la interacción interregional refuerzan que era mucho más complejo sociopolíticamente que cualquiera de sus contemporáneos, lo que sugiere un pequeño estado que tenía diferentes niveles de control sobre su interior inmediato y otras regiones de Mesoamérica (Blomster 2004; Cheetham 2010; Clark 1997; Cyphers 2012).

A lo largo de este capítulo hemos visto las complejas interacciones de la costa del Golfo con otras áreas de Mesoamérica, coincidimos con Stark (2017) cuando menciona que intercambio y las semejanzas estilísticas implican potencialmente relaciones complejas en las que los objetos y la información se mueven y que, como menciona la misma autora, lo que está en juego en el continuo estilístico es el flujo de información, la formación, la reinterpretación, los objetivos locales de los recipientes y, en algunos casos, la disponibilidad de la materia prima adecuada. El espectro estilístico abarca una variedad de interacciones que no necesariamente dependen de conexiones directas con San Lorenzo (Stark 2017:288-300).

CAPÍTULO IV

LAS MUESTRAS Y SU CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

En este capítulo se presentan las muestras analizadas en este estudio (Figura 4) y su contexto arqueológico. Las primeras muestras que se tomaron fueron las de agua, flora y fauna contemporáneas de San Lorenzo y Loma del Zapote, Veracruz, y Chalcatzingo, Morelos, esto con el fin de crear una base de datos con la cual lograr con mayor precisión la reconstrucción de la dieta, su procedencia prehispánica y como fuente para llevar a cabo comparaciones.

Cabe mencionar que en el caso de la base de datos contemporáneos para los sitios de Tlatilco y algunos datos de Chalcatzingo ya se encuentra registrada por investigaciones anteriores realizadas en sitios del Altiplano por el Laboratorio de Isótopos Estables del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía del Instituto de Geología, UNAM (ver Morales *et al.* 2012).

4.1 Muestreo

Las muestras de restos óseos prehispánicos, se recolectaron de acuerdo con las características de cada sitio. En el caso de San Lorenzo y Loma del Zapote, Veracruz, se tomaron muestras de todos los individuos (9) presentes en los contextos funerarios con los que se cuentan hasta ahora, hallados y proporcionados por el Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán. Si bien son relativamente pocos, son todos los que se han hallado en las investigaciones y, lamentablemente, se encuentran en un estado de conservación de medio a malo. Aunque en un principio sólo se iban a tomar muestras de los individuos recuperados en contextos funerarios, se decidió más tarde tomar de otros contextos como núcleos o fragmentos dispersos ya que es toda la información ósea con la que se cuenta.

De estos sitios también se analizaron muestras de cánidos prehispánicos provenientes

de distintos contextos. A pesar de que existe una gran cantidad, se decidió tomar dos de cada área domestica ubicada en distintas zonas del sitio con el fin de poder comparar la alimentación y la procedencia dependiendo del espacio en donde se encontraron, lo cual nos da una amplia representatividad de los sitios por área.

Las muestras de Chalcatzingo fueron proporcionadas por el Chalcatzingo Project y el Proyecto Arqueológico Chalcatzingo. En un principio la intención fue tomar restos óseos de las áreas que se han registrado con material de estilo olmeca ya que nos interesa conocer si existió un contacto directo entre la costa del Golfo y el Altiplano durante el Preclásico Inferior y Medio, así como la diferencia en dieta entre ambas áreas geográficas. Así mismo, se intentó tomar muestras de los individuos hallados dentro del Monumento 22 de Chalcatzingo, un altar-trono en un estilo similar al olmeca, los cuales lamentablemente no fueron localizados, por lo que se tomaron de los que se hallaron fuera del monumento, en el patio.

Al igual que en los sitios de la costa, la conservación de los restos óseos es de regular a malo, así que se decidió tomar las piezas dentales y huesos en mejor estado de conservación. Éstos pertenecen a distintas áreas como unidades habitacionales, altar y terrazas, lo que permitió tener una muestra diversa en cuanto a ubicación, sexo, edad y temporalidad. Si bien no fue la muestra que esperaba recolectar en un inicio, creo que es la más eficaz en cuanto a conservación, ubicación y contexto.

En el caso de Tlatilco, las muestras prehispánicas provienen de la Temporada IV del Proyecto Tlatilco y del Proyecto de Salvamento Arqueológico Predio San Luis Tlatilco, N°.10-2017 y corresponden a distintas unidades; sólo se cuenta con muestras de fragmentos de distintos huesos, por cuestiones de conservación y permisos. En este caso, también se tomaron muestras de individuos asociados y no asociados a material de estilo

olmeca para poder comparar si éste es un indicador en cuanto a si el individuo era local o foráneo o si en algún momento cambió su alimentación. De este sitio también se tomaron tres muestras de la última temporada de campo, llevada a cabo en el 2017 para un salvamento en el sitio. De esta forma se obtuvo una muestra heterogénea en cuanto a sexo, edad y ubicación.

La importancia de la totalidad de las muestras ósea colectadas radica en que son únicas en cuanto a su temporalidad y sitios, si bien por cuestiones económicas y sobre todo de estado de conservación no se consiguió una mayor cantidad, son muy diversas y se obtuvo valiosa información en cuanto procedencia y dieta durante el Preclásico Inferior y Medio en Mesoamérica.

Muestra/Sitio	San Lorenzo y Loma del Zapote	Tlatilco	Chalcatzingo
Agua	10	Referencia Teotihuacan	5
Flora moderna	16	Referencia Teotihuacan	-
Fauna moderna	6	Referencia Teotihuacan	1
Fauna arqueológica	9	-	-
Humanos arqueológicos	12	11	9

Figura 4. Cantidad de muestras que se tomaron para la presente investigación.

4.2 San Lorenzo y Loma del Zapote

4.2.1 Muestras contemporáneas

- Se recolectaron 10 muestras de agua en San Lorenzo, Loma del Zapote y zonas cercanas como: Las Camelias, Corpal y Texistepec. Las características se exponen en la Tabla 1.
- Se muestrearon 16 plantas con base a los análisis previos del PASLT y se realizaron pláticas con personas de San Lorenzo y Las Camelias para conocer su dieta y las plantas locales (Tabla 2).
- Se tomaron 6 muestras de fauna acuática que, con base en los reportes de las investigaciones previas realizadas por el PASLT y a las pláticas con la gente de San Lorenzo y Las Camelias, pudieron existir en la zona desde tiempos prehispánicos (Tabla 3).

Tabla 1. Registro de las muestras de agua contemporánea.

Clave LIE	Cuerpo de agua	Poblado	Temporada
A1	Arroyo Calzadas	Las Camelias	Seca
A2	Manantial	Loma del Zapote	Seca
A3	Laguna	Loma de San Lorenzo	Seca
A4	Pozo casa	Tenochtitlán	Seca
A5	Río Chiquito	Tenochtitlán	Seca
A6	Río Tatagapa	Corpál	Seca
A7	Arroyo Correa	Texistepec	Seca
A253	Malecón	Minatitlán	Lluvia
A254	Río Chiquito	Tenochtitlán	Lluvia
A255	Laguna	Loma del Zapote	Lluvia

Tabla 2. Registro de las muestras de flora contemporánea.

Clave LIE	Nombre de planta	Poblado	Fecha de toma
Sin análisis	Verdolaga	Las Camelias	02-jul-16
A8	Chipile	Las Camelias	02-jul-16
A9	Quelite	Las Camelias	02-jul-16
A10	Cacao	Las Camelias	02-jul-16
A11	Axquiotte hojas	Tenochtitlán	02-jul-16
A12	Axquiotte ramas	Tenochtitlán	02-jul-16
A13	Yuca	Tenochtitlán	02-jul-16
Sin análisis	Castañas	Ribera	03-jul-16
A14	Nopal seco	Ribera	03-jul-16
A15	Nopal verde	Ribera	04-jul-16
A16	Malanga	Ribera	03-jul-16
A17	Semilla calabaza	Tenochtitlán	03-jul-16
A18	Cáscara calabaza	Tenochtitlán	04-jul-16
A19	Maíz sin gémula	Tenochtitlán	02-jul-16
A20	Maíz con gémula	Tenochtitlán	03-jul-16
A21	Frijol	Tenochtitlán	03-jul-16
A22	Coyol	Mapachapa	03-jul-16
Sin análisis	Vaina	Mapachapa	03-jul-16
A23	Chile chilpaya	Ribera	03-jul-16
A24	Cilantro de rancho	Tenochtitlán	03-jul-16

Tabla 3. Registro de las muestras de fauna acuática recolectadas.

Clave LIE	Animal	Parte animal	Fuente de agua	Fecha
A83	Robalo	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16
A84	Bagre	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16
A85	Guabina	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16
A86	Mojarra Rachi	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16
A87	Mojarra Negra	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16
A88	Mojarra Colorada	Carne y esqueleto	Río y Laguna	03-jul-16

4.2.2 Muestras prehispánicas

A continuación mencionaremos las muestras prehispánicas del sitio de San Lorenzo, que conforman en su totalidad los restos óseos hasta ahora hallados en el sitio (Figura 5).

- Los ejemplares prehispánicos de San Lorenzo (Tabla 4) están compuestos por 12 muestras de humanos de distintas edades y sexos. Éstas corresponden a los individuos que ha hallado el Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán, los cuales son la totalidad de restos óseos hallados hasta la actualidad. Se tomó como muestra una pieza dental o fragmento de hueso dependiendo del estado conservación de cada individuo.

- En cuanto a la fauna prehispánica (Tabla 5), se tomaron nueve muestras de cánidos. Aunque existe una gran cantidad de restos óseos de cánidos, se decidió tomar: dos del área domestica D5-31, ubicada en las terrazas habitacionales; dos de la Barranca del Jobo, una área domestica ubicada en la cima; dos de la parcela de Félix Domínguez, área doméstica ubicada en la periferia; uno del frente SL-14 en el Grupo E, donde se localiza el Patio Hundido y varios monumentos; y dos muestras de Loma del Zapote, un sitio secundario de carácter ceremonial; esto se realizó con el fin de poder comparar la alimentación de los cánidos dependiendo del área en donde se encontraron.

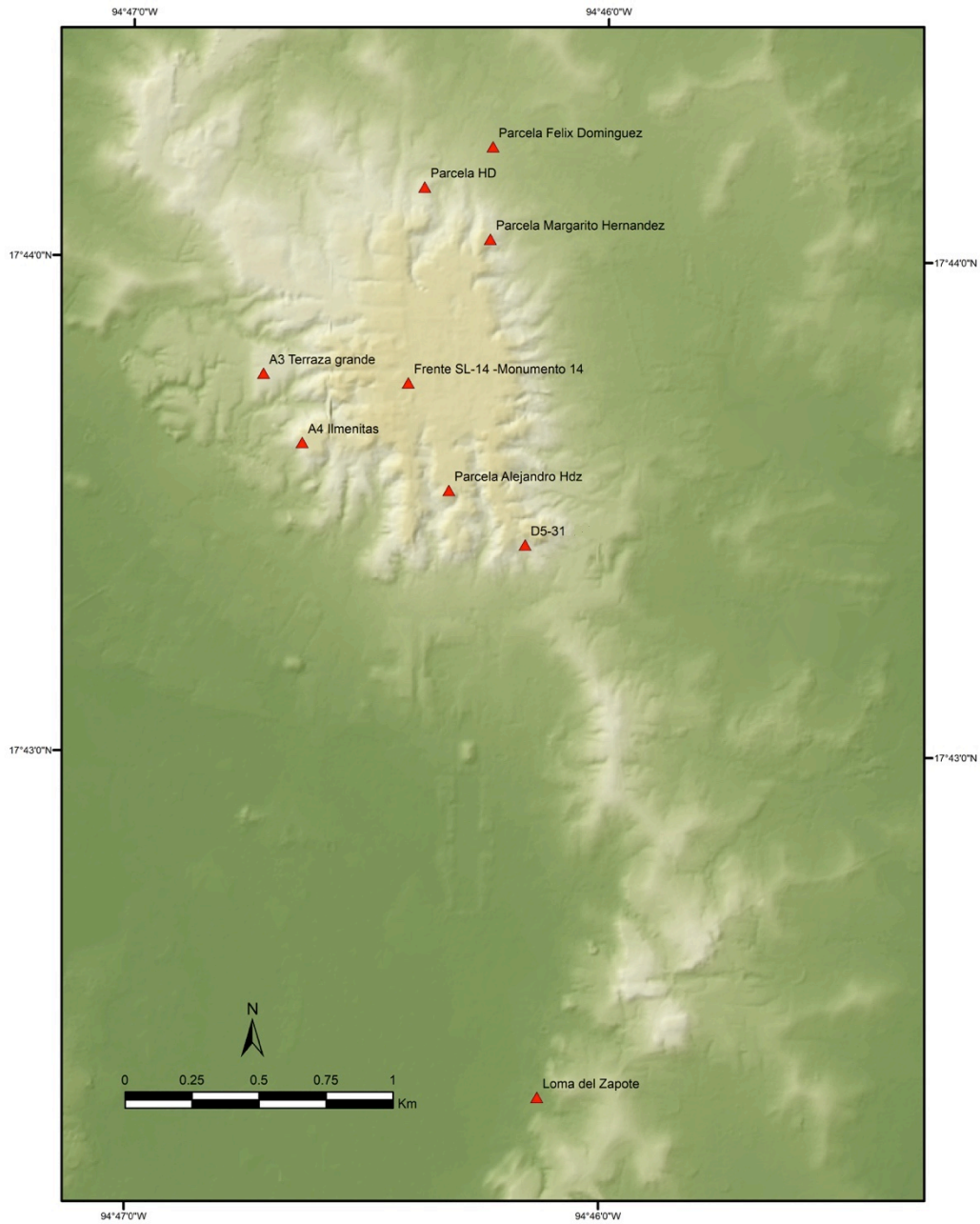


Figura 5. Ubicación de las áreas de donde se tomaron muestras en los sitios de San Lorenzo y Loma del Zapote. Parcela Margarito Hdz., Loma del Zapote, A3 Terraza grande, A4 Ilmenitas, Parcela HD, Parcela Alejandro Hdz., Monumento 14, Parcela Felix Domínguez, D5-31. Mapa cortesía de Gerardo Jiménez.

Tabla 4. Registro de las muestras de restos óseos humanos. Las muestras A3-M18 y A6-M18 pertenecen al mismo individuo.

Clave LIE	Sitio	Área	Año	Entierro	Muestra	Fase	Sexo/Edad
A1-M18	San Lorenzo	Parcela Margarito Hdez.	2006	Núcleo	Mandíbula	San Lorenzo	Adulto
A2-M18	San Lorenzo	Parcela Félix Dgez.	1995	S/N	Cráneo	San Lorenzo B	Infante
A3-M18	Loma del Zapote	Las Treinta	1993	1	Tibia izquierda	San Lorenzo B	Masculino 20-25 años
A6-M18	Loma del Zapote	Las Treinta	1993	1	Clavícula	San Lorenzo B	Adulto
A181	Loma del Zapote	Las Treinta	1993	1b	Mandíbula	San Lorenzo B	Adulto
A4-M18	San Lorenzo	A3-Terraza Grande	1994	1b	Clavícula	Nacaste	Femenino 21-28 años
A5-M18	Loma del Zapote	Las Treinta	1992	1	Peroné	San Lorenzo B	Adulto
A7-M18	San Lorenzo	A3-Terraza Grande	1994	2	Temporal	Nacaste	Adulto
A8-M18	San Lorenzo	A4-Ilmenitas	1993	1	Hueso largo	San Lorenzo B	21-35 años
A9-M18	San Lorenzo	Barranca del Jobo	1996	S/N	Mandíbula	San Lorenzo B	Adulto
A10-M18	San Lorenzo	Parcela de Herón Dgz	2007	Núcleo	Mandíbula	San Lorenzo	Adulto
A11-M18	San Lorenzo	Parcela Alejandro Hdez.	2007	Núcleo	Vértebra	San Lorenzo	Adulto

Tabla 5. Registro de las muestras de cánidos prehispánicos.

Clave LIE	Muestra	Sitio	Área	Fecha N/C
A25	Cánido	San Lorenzo	D5-31	San Lorenzo A-B
A28	Cánido	San Lorenzo	D5-31	San Lorenzo A-B
A33	Cánido	San Lorenzo	Barranca del Jobo	San Lorenzo B
A38	Cánido	San Lorenzo	Barranca del Jobo	Chicharras
A41	Cánido	San Lorenzo	Parcela Felix Dgz.	San Lorenzo A-B
A44	Cánido	San Lorenzo	Parcela.Felix Dgz	San Lorenzo A-B
A51	Cánido	Loma Zapote	Las Treinta	San Lorenzo A
A54	Cánido	Loma Zapote	Las Treinta	San Lorenzo A
A50	Cánido	San Lorenzo	SL-14	

4.2.2.1 San Lorenzo

El sitio San Lorenzo ha sido objeto de diversas investigaciones arqueológicas intensivas desde la década de 1940 hasta la actualidad. Entre 1947 y 1970 cuatro proyectos arqueológicos trabajaron en San Lorenzo Tenochtitlán, el primero dirigido por Matthew Stirling, en el año de 1945 con el patrocinio de la Smithsonian Institution y la National Geographic Society. Stirling encontró y registró un total de 20 monumentos, 15 de ellos provenientes de San Lorenzo, además que definió tres sitios contiguos: San Lorenzo, Potrero Nuevo y Río Chiquito (Stirling 1955).

De 1966 hasta 1968 Michael D. Coe llevó a cabo el Proyecto Río Chiquito, de la Universidad de Yale, aplicando un enfoque de ecología humana, realizó excavaciones a gran escala, mapeo y registro de documentos además de aplicar el uso de la magnetometría para localizar monumentos pétreos (Coe 1968).

El tercer proyecto llevado a cabo en el Sitio San Lorenzo fue el Proyecto Río Chiquito, dirigido por Francisco Beverido (1969-1970), Jürgen Brüggemann junto con Marie Areti-Hers realizaron otras durante 1970 (Coe y Diehl 1980: 128-129). El trabajo de Beverido dio como resultado el hallazgo de varios monumentos nuevos (Beverido 1970).

Luego de estos aportes la investigación en San Lorenzo se detuvo durante 20 años hasta que inició el Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán (PASLT) a cargo de Ann Cyphers, el cual puso énfasis en el patrón de asentamiento, en los niveles de comunidad y de región (Cyphers 1997; Cyphers *et al.* 2014; Symonds *et al.* 2002).

Todas las exploraciones mencionadas anteriormente han arrojado importante información sobre el desarrollo del área desde el periodo Preclásico Inferior (1800-1000 cal. aC.) hasta fines del Clásico Terminal (1000 dC.). En lo que a restos humanos se refiere, el rezago es considerable. Pocos proyectos reportan hallazgos de material

esquelético en el área. Los pocos que se encuentran están en un estado de preservación ósea pobre, ya que la acidez y periodos de humedad-resequedad del suelo deterioran tanto la fase mineral como la orgánica del tejido (Villamar 2002:205).

Hasta antes de los descubrimientos del PASLT, la información disponible indicaba ejemplos de prácticas funerarias olmecas en sólo dos sitios: La Venta y El Manatí. De carácter funerario en el primero y ritual dedicatorio en el segundo, las limitantes de ambos casos fueron de conservación, contexto o estudio del material (Villamar 2002: 204).

Dentro del PASLT, durante las temporadas de excavación de 1992-1994 que se llevaron a cabo en los sitios olmecas de San Lorenzo y Loma del Zapote, se hallaron cuatro entierros *in situ*, de distinta clase y en diferentes contextos, con un número de individuos que en total suman al menos nueve (Villamar 2002:204). Estos entierros forman parte del universo de estudio de la presente investigación.

Preclásico Inferior

Sondeo, Parcela Félix Domínguez (A2-M18): Este sondeo, en la unidad N0-3, E03 de 3 por 2 m, se ubicó en terrenos planos de la periferia norte de San Lorenzo, a 300 m de la base de la meseta y a 120 m al este de la comunidad nueva El Bajío. Se localizaron los restos de un infante humano en la capa IX-X, un lente de arena gris moteada que data de la fase San Lorenzo B (1200-1000 aC.).

Sondeo Barranca del Jobo (A9-M18): Esta excavación se realizó en la ladera oriental de la Barranca del Jobo. Se halló la mandíbula de un individuo adulto en la unidad 0-3S, 0-3W dentro de la capa II, la cual es un grueso relleno de barro café amarillento que fue aplicado a la cima de la meseta en la fase San Lorenzo B (1200-1000 aC.).

A4- Ilmenitas

En las partes altas de la meseta de San Lorenzo los investigadores han descubierto muestras de importante e intensa actividad de carácter artesanal realizada en talleres especializados. En el Grupo D, por ejemplo, uno de ellos tuvo por función reciclar monumentos de basalto.

Otro ejemplo proviene del grupo A4, hacia el suroeste de la meseta, desde donde se dominaba el oeste y sur del río Tatagapa. Ahí se hallaron tres fosas, las cuales contenían muchas toneladas de bloques multi perforados de ilmenita, recurso de origen no local que llegó a San Lorenzo a través del intercambio o comercio y que al parecer funcionaron como soportes sobre los cuales se ejerció presión manual ayudando a mantener en posición la broca de un taladro (Cyphers y Di Castro 1996:5-10).

Las excavaciones en el área durante la temporada 1993 aportaron información importante respecto a las prácticas mortuorias del sitio. A menos de diez metros de distancia de las fosas y contemporáneas a ellas, se encontró una fosa que contenía un entierro colectivo cubierto por una gran cantidad de cerámica (Figura 7). Este entierro múltiple consistió en por lo menos restos óseos de 6 individuos, contabilizados a partir del cuerpo mandibular, de los cuales solo uno estaba casi en completa relación anatómica (Villamar 2002: 163-165). La fosa tuvo 180cm de ancho (eje este- oeste) y 240 cm (eje norte- sur), al parecer fue un solo evento de deposición de restos humanos y fue rellenada inmediatamente.

El análisis cerámico indicó la presencia exclusiva de tipos diagnósticos de la fase San Lorenzo B del Preclásico Inferior, de acuerdo con la secuencia cerámica establecida por Ann Cyphers para la región de San Lorenzo Tenochtitlan (Ann Cyphers, comunicación personal).

De acuerdo con el análisis osteológico de Villamar (2002:169-190), no todos los individuos depositados en la fosa recibieron el mismo tratamiento ni los mismos procesos culturales. En algunos individuos cabe la posibilidad de que los cuerpos fuesen incorporados al contexto en avanzado estado de descomposición cadavérica, o haber sido objeto de descarte activo como parte del tratamiento mortuario, indicando posiblemente una actividad ritual (Villamar 2002:193). De los individuos hallados, al parecer todos adultos, sólo tomamos muestra del individuo 1, el cual fue el único que se halló en relación anatómica y que presenta una mejor conservación para su análisis.

Entierro 1 (A8-M18): El individuo 1 (Figura 6) es el único sujeto cuyo esqueleto está casi completo y mantiene relación anatómica. El individuo yacía en decúbito ventral extendido, según dos regiones anatómicas que fueron claves: tórax y rodilla. Se desconoce hacia donde estaba orientado el cráneo facial y el sexo de la persona, pues la anatomía requerida para tal estimación es inexistente o se encuentra en un estado muy malo de conservación.

En cuanto a los elementos para estimar su edad se tomó una pequeña parte de la región metafisiaria en la cara posterior del fémur, la cual cerró por completo indicando que se trata de un sujeto adulto quizá entre 21- 35 años (Villamar 2002:191).



Figura 6. Entierro colectivo, área A4- Ilmenitas. Fotografía cortesía de A. Cyphers.

Pruebas de barreno

Entre 2005 y 2007 se llevó a cabo un programa de pruebas de barreno que logró extraer un total de 2602 pruebas, lo cual ofrece la oportunidad de conocer la deposición de suelos culturales bajo superficie, así como la distribución de pisos ocupacionales (Cyphers *et al.* 2014). El análisis de estas pruebas permitió calcular el área de los pisos correspondientes a estructuras arquitectónicas en los tres sectores del sitio: cima de la meseta, terrazas y periferia. Arieta (2013; Arieta *et al.* 2017:17) observó importantes tendencias: las superficies ocupacionales de la cima y las terrazas abarcan un total de 111 ha; y casi el 76 % de la superficie era utilizada para las residencias y actividades ceremoniales, políticas o administrativas.

En la cima se ubicaban las viviendas de mayor tamaño; los pisos y las paredes presentaban frecuentemente repellos de arena color rojo pigmentado con bentonita y hematita importada. El 84% de la cima fue utilizado para residencias. En las terrazas al parecer había mayor cantidad de conjuntos y unidades domésticas pero de menor tamaño

que en la cima y con una distribución muchas más espaciada. Mientras que en la periferia se encontraban los conjuntos domésticos más pequeños y aislados.

De los núcleos obtenidos en estas zonas se hallaron algunos restos óseos que se tomaron para realizar los análisis isotópicos (Tabla 4).

Núcleo HD126 (A1-M18): El Núcleo 126 se ubicó en la Parcela Margarito Hernández, en la porción norte central de la cima de la meseta. En esta área se encontró evidencia de ocupación habitacional de estatus medio. En el estrato 7 (Figura 7) se halló una mandíbula de un individuo adulto. El material diagnóstico arrojó una datación para la fase San Lorenzo (Ann Cyphers, comunicación personal 2018).

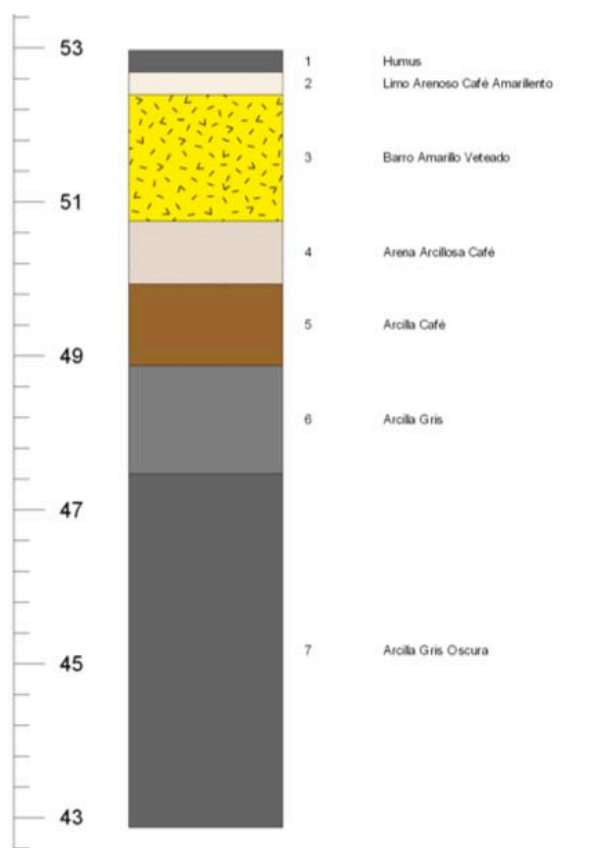


Figura 7. Estratigrafía del Núcleo HD126, ubicado en la parcela Margarito Hernández. Imagen tomada de Cyphers *et al.* 2014.

Núcleo HD 77 (A10-M18): El Núcleo HD77 (Figura 8) se ubicó en las terrazas habitacionales de la meseta de San Lorenzo. Se halló un molar superior izquierdo en el estrato 10, una arcilla arenosa negra. El material diagnóstico arrojó una datación para la fase San Lorenzo (Ann Cyphers, comunicación personal 2018).

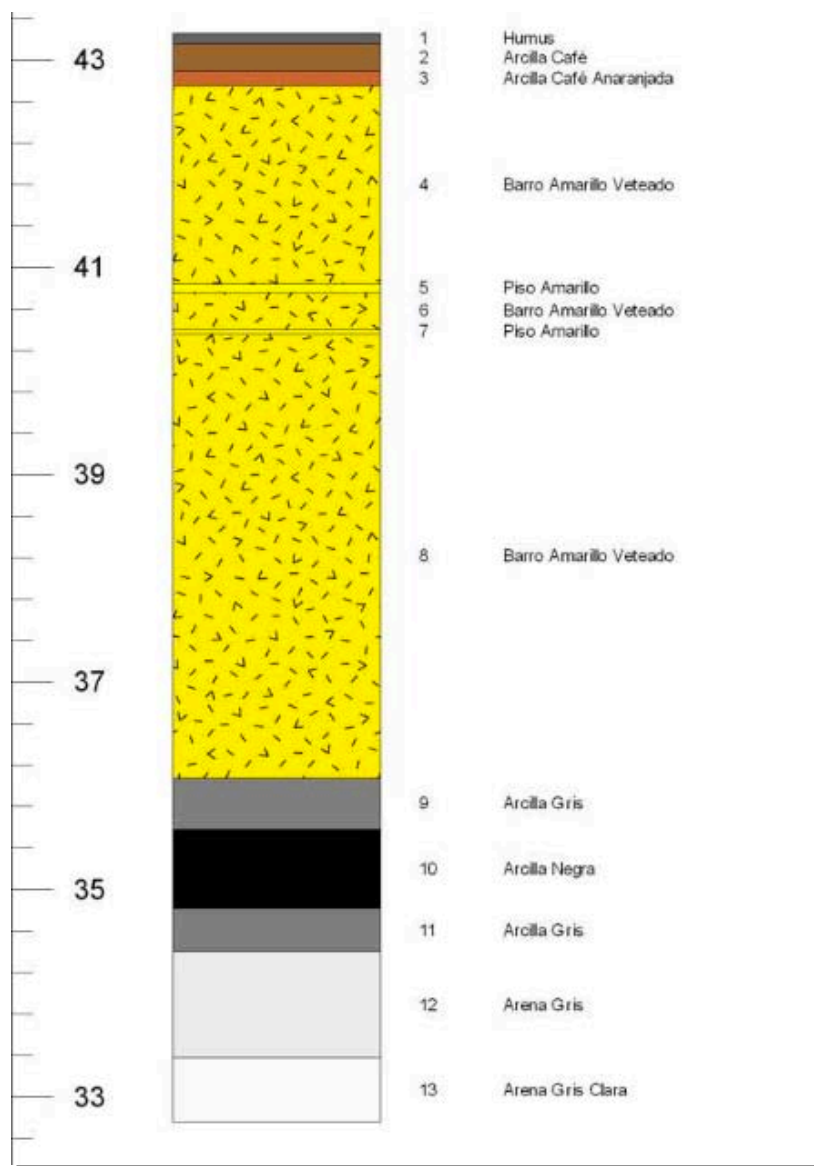


Figura 8. Estratigrafía del Núcleo HD77, ubicado en las terrazas.
Imagen tomada de Cyphers *et al.* 2014-

Núcleo PSC65 (A11-M18): El Núcleo PSC65 se ubicó en la Parcela Alejandro Hernández, en la cima de la meseta. En el estrato 7 (Figura 9), el cual pertenece al relleno de una terraza habitacional, se halló una vértebra de un individuo adulto. El material diagnóstico data de la fase San Lorenzo (Ann Cyphers, comunicación personal 2018).

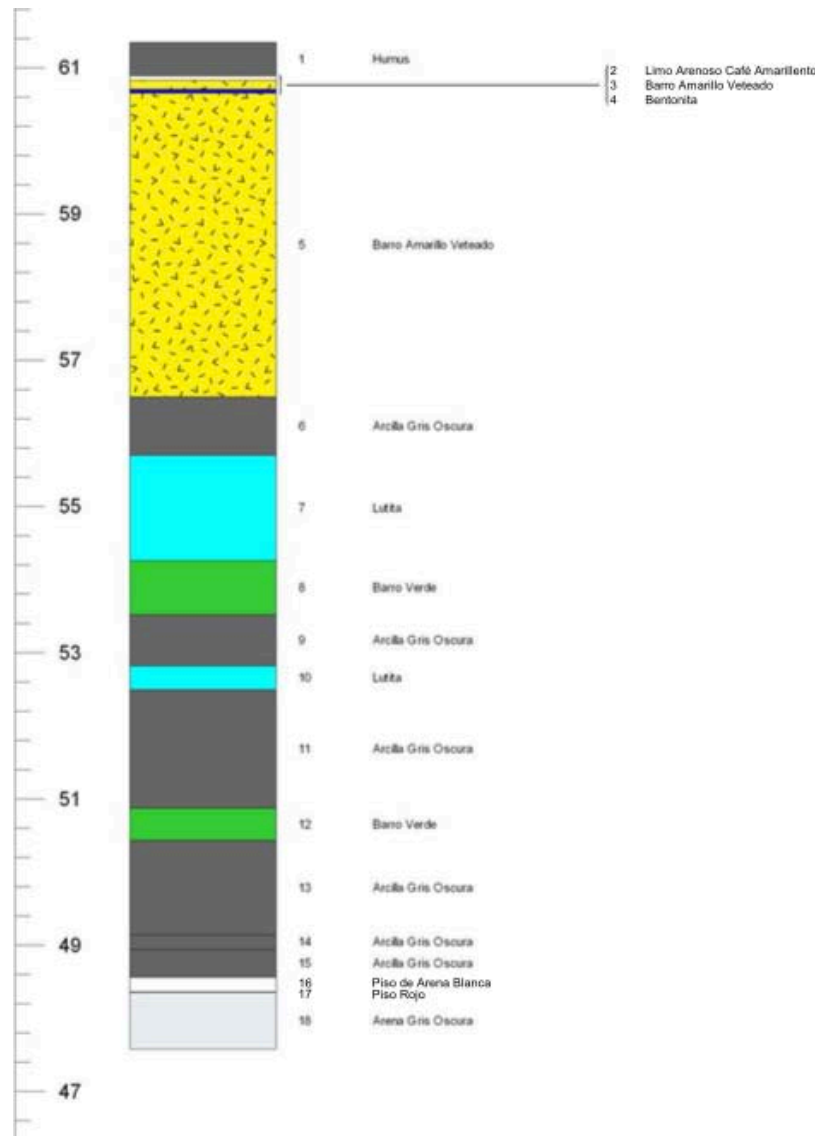


Figura 9. Estratigrafía del Núcleo PSC 65, ubicado en las terrazas. Imagen tomada de Cyphers *et al.* 2014.

A3 Terraza Grande

En la terraza habitacional de la ladera occidental, al oeste del área llamada Grupo D, la terraza del nivel inferior fue sondeada durante las temporadas 1993-1994 del PASLT en zonas circunscritas al cuadrante A3. Denominada A3 Terraza Grande, la estratigrafía general consta de seis estratos naturales con evidencia de ocupación hasta la capa IV.

En la unidad inicial distintos tonos de tierra les obligaron a ampliar las excavaciones N0-3, W 0-7 para poder definir un enorme basurero de aproximadamente 4 m de largo por 1.20 m de ancho y de profundidad variable entre 1 y 1.75 m, intruyendo en el contacto de las capa IV y V (Cyphers, s.f. b). Durante las excavaciones se localizaron tres pisos y un basurero con una gran variedad de material arqueológico, incluidos dos entierros humanos, los cuales no estaban completos: consistían en pedacería tanto de huesos humanos como de no humanos dispersos por todo el interior del basurero.

Asociado al basurero se encontró parte de un piso rojo en la unidad S 0-1, W 2-5, una extensión hacia el sur. La unidad inicial y sus extensiones estaban cubiertas por una acumulación de grava. Lejos de ahí, en la unidad N 14-15, W 23-28 localizada al noreste, fue descubierto otro piso rojo pero esta vez con dos fosas de 40 cm de diámetro por 24 cm de profundidad sin contenidos especiales. Por último, un deteriorado piso de bentonita se halló en las unidades S 27-29, W 1-8.

Del contexto se obtuvo una datación absoluta mediante radiocarbono que corresponde a la fase Nacaste (Villamar 2002:148).

Entierro 1 (A4-M18): En el basurero destacaba por sus dimensiones una gran piedra caliza de 190 cm de largo por 120 cm de ancho, junto a su costado izquierdo, en la unidad N2-3, W 0-3, fue localizado el entierro 1, de tipo directo, individual, en decúbito ventral flexionado, sin fosa (Figura 10).

Villamar Becerrill (2002:148-165) concluyó que el esqueleto correspondía a un individuo de sexo femenino, determinado por la morfología pélvica así como por las características observadas en cráneo y mandíbula, la edad se consideró por medio de la obliteración epifisiaria, brote dentario y signos de procesos degenerativos, dando como resultado un adulto entre 21 y 28 años, con desgaste dental resultante de la naturaleza de su dieta.



Figura 10. Entierro 1, A3 -Terraza grande. Fotografía cortesía de A. Cyphers.

Entierro 2 (A7-M18): El entierro 2 (Figuras 11 y 12), también fue parte del contexto del basurero. El entierro 2 es de tipo directo, individual, adulto y sin relación anatómica;

fue hallado a una profundidad de 1- 1.75 m, pero en el extremo opuesto del basurero en la unidad N 1-3, W5-6.

Estaba a 20 cm hacia el oeste del entierro 1, también dentro del basurero. Se halló en partes, directamente sobre fragmentos de cerámica y no en el suelo, cerca de una figurilla hueca ubicada debajo del individuo (Villamar 2002:148-165).



Figura 11. Entierro 2, A3- Terraza Grande. Fotografía cortesía de A. Cyphers.

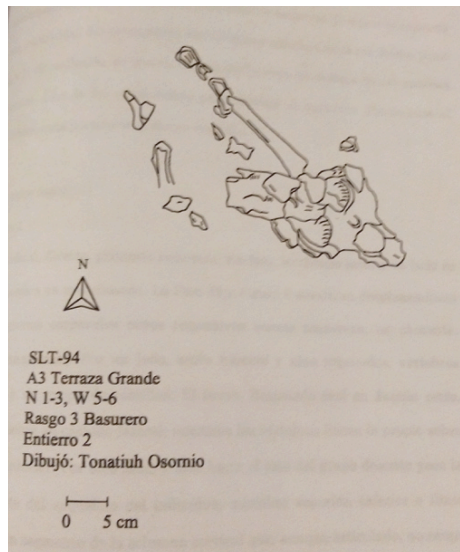


Figura 12. Dibujo de planta del entierro 2, área A3- Terraza grande. Tomado de Villamar 2002:151

4.2.2.2 Loma del Zapote

El sitio Loma del Zapote se localiza en tierras elevadas, sus límites aproximadamente van desde la Loma de la Cruz hasta el portezuelo de Las Camelias, y comprenden un área de 500 ha (Symonds *et al.* 2002:57). Se trata de un centro secundario que cumplía un papel de gran importancia durante el auge olmeca. Era un punto clave en las redes de comunicación y que integraba los sistemas regionales de transporte. Presenta evidencia de ocupación doméstica, áreas productivas y ceremoniales, una cantidad significativa de escultura en piedra y arquitectura monumental (Cyphers y Hirth 2016).

Las investigaciones en el sitio parten de los recorridos hechos por Stirling en 1945, posteriormente Coe y Diehl (1980) mencionan el lomerío natural como la Loma del Zapote y notan la presencia de material cerámico en superficie, años más tarde el PASLT reconoce el sitio como un centro secundario a San Lorenzo, el cual tuvo destacada participación en el desarrollo de la sociedad olmeca de la zona (Cyphers 1997a; 1997b).

A lo largo de las investigaciones se han realizado sondeos en algunas áreas habitacionales de las partes altas del sitio y contextos ceremoniales, como los de El Azuzul, donde en 1987 León y Sánchez (1991-1992) localizaron tres esculturas y, posteriormente, durante los trabajos del PASLT se localizó la escultura de un felino y restos de estructuras arquitectónicas (Cyphers 1992-94).

Fue en el frente de excavación llamado Las Treinta en donde se halló un contexto ceremonial olmeca del periodo Preclásico Inferior cuyos elementos incluyen el monumento LZ-5, pisos de bentonita, dos entierros y material cerámico ofrendado en torno a la escultura.

La escultura representa el torso de un individuo masculino, al parecer sedente, ataviado con un pectoral, un taparrabo y una capa que cuelga en su espalda. La ceremonia implicó

su mutilación, pues su cabeza, extremidades superiores y parte de las inferiores le fueron cercenadas (Cyphers 1997: 191).

En la unidad inicial, S 0-2, W0-2, abierta en donde se halló la escultura, se encontró una acumulación de cerámica alrededor del monumento. Subsecuentes ampliaciones de la unidad hallaron un piso de bentonita (roca sedimentaria de origen local, empleada en las técnicas constructivas del sitio) que se extendía frente a la escultura al mismo nivel. Las excavaciones continuaron a los lados para averiguar los límites del piso y llevaron a localizar otro piso de bentonita, aproximadamente 20 cm por encima del primero que mostraba signos de una intrusión en forma de fosa alargada atribuida a saqueo. El contexto data de la fase San Lorenzo B.

En la capa III, directamente sobre el piso inferior y por debajo del piso superior, yacían dos entierros humanos al suroeste del monumento, los cuales se describen a continuación.

Entierro 1 1992 (A5-M18): En la unidad S0-4, W4-5 se comenzó a trabajar a partir de los 100 cm, excavando en capas naturales. El rasgo más importante fue el hallazgo del entierro 1 (Figura 13) a los 170 cm de profundidad de la capa III. Parte de ese entierro fue afectada por la intrusión de saqueo por lo que no se encuentra completo, aunque parece que los huesos no mantienen relación anatómica. En un inicio se halló hueso humano en pequeños fragmentos relacionados con la bentonita molida, se excavó durante dos temporadas (1991-1992).

También se encontró una especie de calza o pedestal del monumento a los 137 cm de profundidad, en la capa natural III de barro gris. Como nota final de este entierro Escalona lo identifica (1996) como entierro 1 de Loma del Zapote y Villamar (2012) no lo analiza en su investigación. La fecha del contexto es 1200-1000 aC, fase San Lorenzo B.



Figura 13. Entierro 1, Loma del Zapote, temporada 1992. Fotografía cortesía de A. Cyphers.

El entierro 1-1993 (Figuras 14 y 15): se halló disperso en las unidades S 5-9, W 8-11 y S1-4, W 8-11, fue encontrado *in situ* pues quedó protegido por ambos pisos (Escalona 1996:32-36). Se hallaron fragmentos de vértebras dorsales, lumbares y costillas. A un metro de distancia, en dirección oeste del grupo anterior, fueron localizados huesos del pie derecho (astrágalo y metatarsiano). A 2.80 m hacia el norte del primer grupo se encontraron fragmentos del cráneo.

El análisis osteobográfico realizado por Villamar Becerril (2002: 121-143) mostró que se trata de un entierro individual masculino, de entre 20-25 años de edad al momento de su muerte, con una estatura de 1.55 m. Presenta modificaciones de índole cultural en las piezas dentales, ambas arcadas y las áreas donde estas últimas se articulan en el cráneo, el aparato masticatorio operó bajo condiciones que implicaron fuerte y selectivo desgaste

dentario, pérdida antemortem de dientes y reabsorción alveolar, así como un conjunto de condiciones descritas por Villamar Becerril (2002:132) que indican que el aparato masticatorio se utilizó en tareas adicionales a la relacionada con el consumo de alimento: "Es decir, como extensión del cuerpo se habrá visto involucrado, a manera de un instrumento más, en uno o en diversos procesos de trabajo".

Por otro lado, presenta fracturas intencionales en el neurocráneo y el esqueleto apendicular. Una parte de estas fracturas ocurrió en hueso fresco y la inmensa mayoría en hueso seco, lo que se atribuye al peso del terreno.

Algo importante de notar es que tanto el individuo presente en el entierro y el personificado por la escultura de piedra alrededor del cual se distribuían los elementos del contexto, podrían ser complementarios. Es decir, los segmentos anatómicos cercenados de la escultura son las mismas que en su mayoría representan al individuo del entierro 1, por lo que quizá el individuo fue una ofrenda (Villamar 2002: 144).

Villamar (2002:209) interpreta que el entierro de Loma del Zapote queda inscrito dentro de las actividades desarrolladas por un grupo de élite, cuyos restos depositados al suroeste de una escultura en piedra de un sujeto masculino que mereció decapitación y desmembramiento, se hallaron disgregados sobre la superficie de un piso de bentonita, aunque también hubo restos que mantuvieron su relación anatómica.

La bóveda craneana se localizó a tres metros distantes en dirección norte del resto del esqueleto, lo que implica su total dispersión respecto a las regiones corporales con las cuales articula como la columna cervical y la mandíbula, se halló bastante fragmentado e incompleto, y fue una de las regiones anatómicas donde se detectó fractura provocada por impacto súbito sobre hueso en estado fresco. Posiblemente el golpe o golpes causaron el deceso o por el contrario ocurrieron luego de éste.

Para Villamar (2012) la disociación del cráneo tanto en términos anatómicos, al separarle de las vértebras cervicales y de la mandíbula, como espaciales, por la distancia que lo separaba del resto del esqueleto, permite interpretarlo como una decapitación y compara el monumento con el individuo ya que ambos fueron decapitados; es decir, es la escena de sacrificio ritual de la escultura que tenía como ofrenda la cerámica y el individuo. El fechamiento del contexto es 1200-1000 aC, Fase San Lorenzo B.

Como nota aclaratoria, Escalona (1996) lo identifica como entierro 2 de Loma del Zapote y Villamar (2012) como entierro 1 de Loma del Zapote.



Figura 14. Entierro 1, Loma del Zapote temporada 1993. Fotografía cortesía de A.Cyphers.

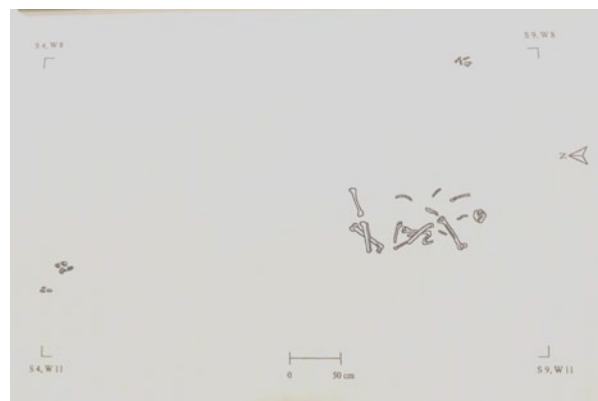


Figura15. Planta del entierro 1, Loma del Zapote temporada 1993. Tomado de Villamar 2002:123.

4.3 Tlatilco

El sitio arqueológico de San Luis Tlatilco se localiza en la parte oeste de la Cuenca de México, en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, en un área urbanizada de uso industrial, por lo que actualmente se halla cubierto en su totalidad por construcciones modernas. Sus coordenadas UTM de ubicación son 474966.55 m E y 2152349.04 m N.

Los primeros trabajos de exploración realizados en Tlatilco (1942) se llevaron a cabo por Miguel Covarrubias y Hugo Moedano constituyendo la primera temporada de investigación. Los autores situaron a Tlatilco dentro de la "cultura arcaica" del Altiplano central (García *et al.* 1991: 10).

La Temporada II se llevó a cabo nuevamente por Miguel Covarrubias y Daniel Rubín de la Borbolla. Como resultado de los trabajos se hicieron consideraciones generales acerca de los diferentes componentes culturales del sitio y su relación con el Preclásico, así como el análisis de los restos óseos hallados (Porter 1953, Faulhaber 1965, Vargas 1973).

La tercera temporada (1955) estuvo a cargo de Román Piña Chan quien realizó exploraciones en los alrededores del área nuclear del sitio, dando como resultado una tipología cerámica y una discusión sobre Tlatilco en el panorama de las culturas del Preclásico Medio (Piña Chan 1958).

La Temporada IV (1962-1969) estuvo a cargo de Arturo Romano Pacheco, con apoyo de dos estudiantes de arqueología: Roberto García Moll y Lorenzo Ochoa Salas, tuvo como objetivos detener el constante saqueo y la de destrucción a la que estaba sometido el sitio, así como la recuperación del material óseo, enfatizando la localización y registro de unidades habitacionales (Figuras 16 y 17; Romano 1962, 1963, 1967).

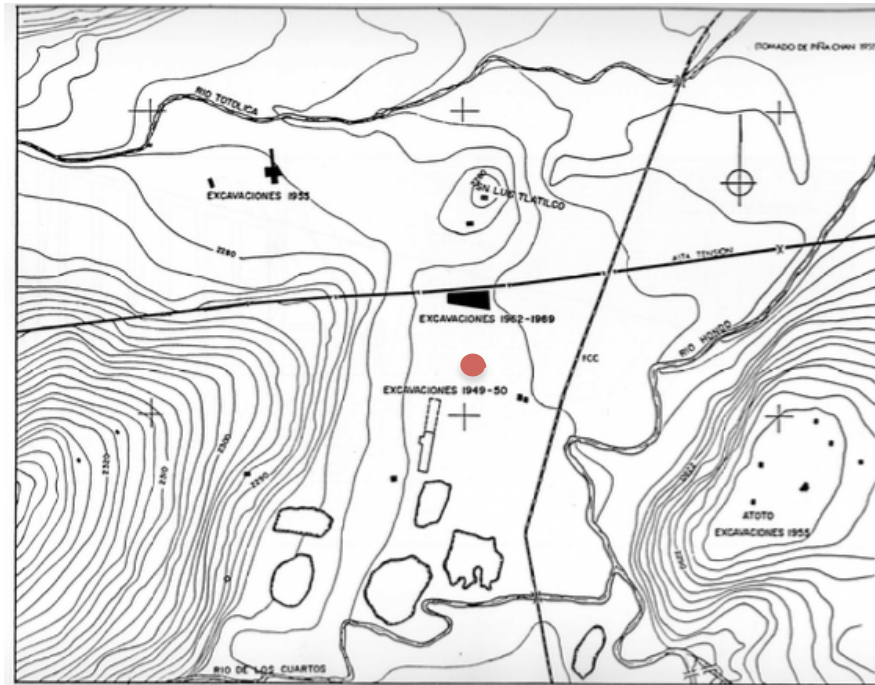


Figura 16. Mapa de Tlatilco con la ubicación de las excavaciones durante las cuatro temporadas de campo. En el punto rojo se muestra el área de las excavaciones de la Temporada IV de donde provienen nuestras muestras. Tomado de García Moll *et al.* 1991: 19.

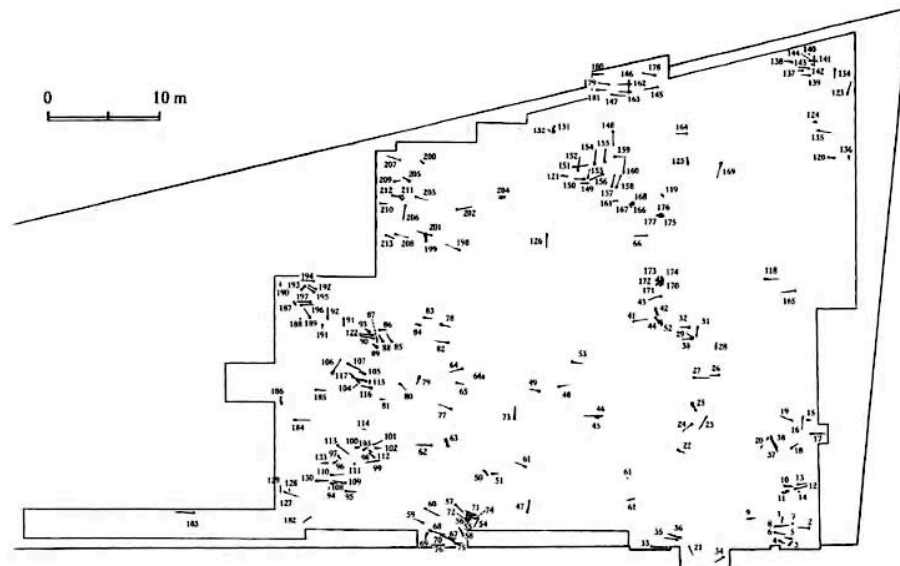


Figura 17. Detalle de las unidades de excavación de la Temporada IV. Tomado de García Moll 2018:30.

4.3.1 Muestras prehispánicas

Las muestras prehispánicas del sitio de Tlatilco, Estado de México, provienen de la Temporada IV (1962-1969) y corresponden a distintas unidades de excavación, así como de la última temporada de campo llevada a cabo en el 2017 por el INAH durante un rescate en el sitio.

- Se tomaron 8 muestras (ver Tabla 6) de restos óseos prehispánicos de distintas edades y sexos correspondientes a la Temporada IV (1962-1969). Sólo se cuenta con muestras de fragmentos de distintos huesos, por cuestiones de conservación y permisos.
- Se tomaron 3 muestras de humanos prehispánicos pertenecientes a la temporada 2017.

Tabla 6.- Registro de las muestras de restos óseos humanos de Tlatilco, Estado de México.

Clave LIE	Temporada	Nº Entierro	Muestra	Sexo/edad
A12-M18	IV	8	Vértebra	M 22-25a
A13-M18	IV	93	Cráneo	18 meses
A14-M18	IV	102	Vértebra	M. 27.30a
A74	IV	104	Cráneo	F. Adulto
A76	IV	113	Cráneo	M. 30-35a
A78	IV	199	Sacro	F. 39-44
A80	IV	203	Costilla	F. 25-26a
A82	IV	208	Costilla	F.22-24a
A25-M18	2017	1	Falange	F. adulto
A26-M18	2017	2	Falange	Infante
A27-M18	2017	5	Falange	M. adulto

A continuación se detalla el contexto de los entierros encontrados en las unidades de excavación. Las fechas obtenidas asignan al sitio, de manera consistente, una temporalidad de 1400-1000aC. a la cual se cree pertenecen los entierros. Las excavaciones de los entierros se llevaron a cabo por A. Romano y M. T. Jaén, los dibujos son autoría de A.

Romano. A continuación se describen los entierros tal cual están en la publicación de García Moll *et al.* (1991) pues es la única información con la que se cuenta para los entierros de la Temporada IV.

Entierro 8 (A12-M18): Corresponde a un individuo masculino, de aproximadamente 22-25 años (Figura 18). Se halló en las unidades habitacionales, en un muro entre las calas I y IV, a una profundidad de entre 165cm y 183cm, es de tipo primario en posición decúbito dorsal extendido, presenta deformación craneana tabular oblicua, caries y abscesos.

En su ofrenda (12) se observaron restos de pintura roja, botellón asa de estribo sin engobe, pulido; embudo sin engobe, pulido, máscara antropomorfa, figurilla de sexo indeterminado tipo K1, variante A; figurilla zoomorfa; figurilla femenina tipo miniatura; máscara antropomorfa; cajete con engobe, alisado, sin decoración; vaso con engobe blanco fugitivo, alisado, sin decoración; placa de caliza con perforación bicónica (García Moll *et al.* 1991).

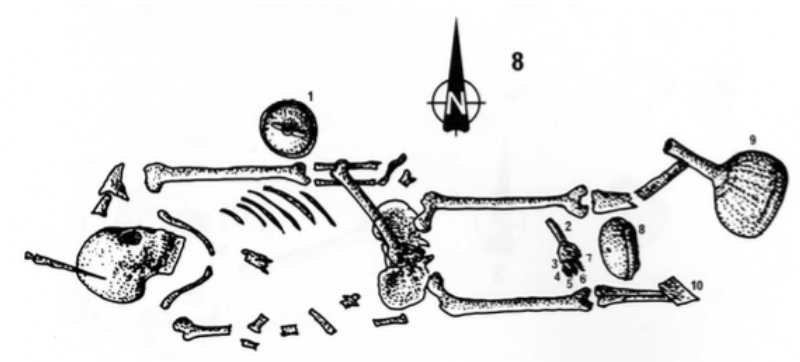


Figura 18. Dibujo de planta del entierro 8, Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:86.

Entierro 93 (A13-M18): El entierro 93 (Figura 19) corresponde a un entierro secundario, directo, del cual no se pudo identificar el sexo pues corresponde a un

individuo de más o menos 18 meses. Este entierro se encontró en la Cala L, a una profundidad de 128-135cm. Entre los objetos asociados (17) se observaron un cajete con engobe café pulido, sin decoración; vértebra cervical de mamífero; cajete con engobe negro pulido, sin decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración; olla con engobe café pulido, con decoración; vaso con engobe café pulido, con decoración; figurillas de sexo femenino tipo D1.9; olla aviforme sin engobe, café pulimentado de estaca con decoración; fragmento de olla, sin engobe, café alisado, sin decoración; olla con engobe negro pulido, sin decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración; cajete con engobe blanco fugitivo, con decoración; fragmento de basalto y fragmento de figurilla de sexo indeterminable (García Moll *et al.* 1991).

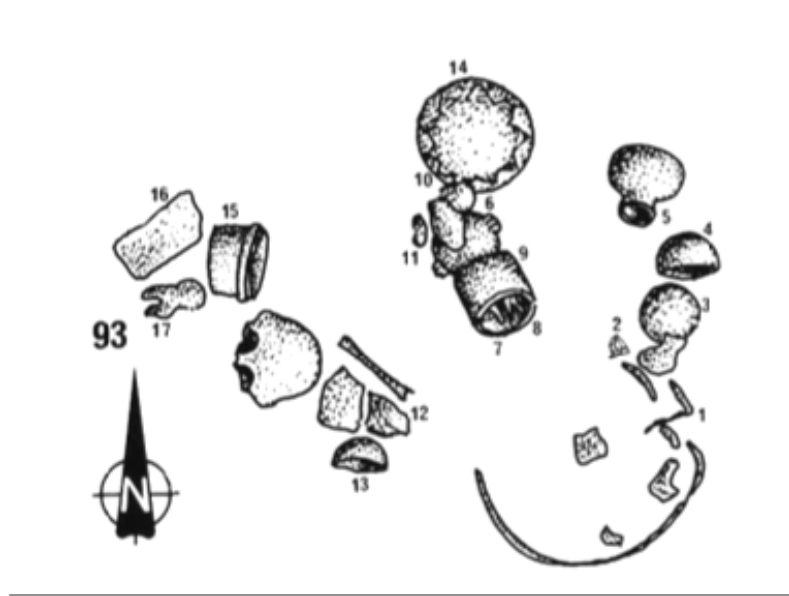


Figura 19. Dibujo de planta, entierro 93, localizado en la cala L Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:115.

Entierro 102 (A14-M18): El individuo del entierro 102 (Figura 20), es masculino, de entre 27-30 años, secundario, directo, se halló en posición decúbito dorsal removido, presenta deformación craneana tabular erecta, algunas caries, abscesos e hiperostosis simétrica. Se halló entre las calas XLIII y XLVIII y crucero de calas XLII, XLIII, XLVII, XLVIII. Los objetos asociados (4) están conformados por un fragmento de obsidiana, dos dientes incisivos humanos perforados y pendientes de concha (García Moll *et al.* 1991).

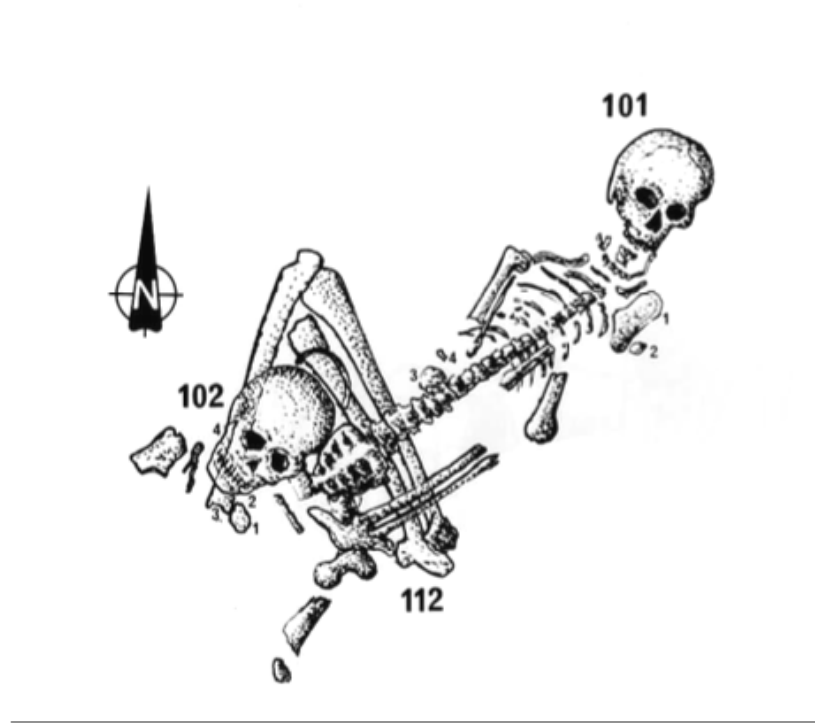


Figura 20. Dibujo de planta, entierro 102, localizado entre las calas XLIII y XLVIII y crucero de calas XLII, XLIII, XLVII, XLVIII Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:117.

Entierro 104 (A 74): El entierro 104 (Figura 21), se localizó en la cala XLIX a una profundidad de 180 a 194cm. Se trata de un individuo femenino, adulto, primario, directo, se halló en posición decúbito dorsal extendido. Dentro de los objetos (37) asociados se

encontraron: olla con engobe café pulido, con decoración; fragmentos de figurilla de sexo indeterminable; cajete con engobe café pulido, con decoración; botellón con engobe café alisado, con decoración; botellón con engobe café alisado, sin decoración; cajete sin engobe alisado rojo sobre café, sin decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración; cajete con engobe café pulido, sin decoración; olla con engobe café pulido, con decoración; vaso miniatura sin engobe, café alisado, sin decoración; fragmento de figurilla; olla con engobe rojo sobre café pulido, sin decoración; botellón antropomorfo, con engobe naranja mate pulido, sin decoración; cajete aviforme con engobe naranja mate pulido, sin decoración; figurilla de sexo femenino tipo D3; cinco cuentas de concha; botellón miniatura sin engobe, café alisado, sin decoración; cajete con engobe negro pulido, sin decoración; siete figurillas de sexo masculino tipo D1; olla trípode sin engobe, café alisada, con decoración; olla aviforme sin engobe, café alisada, con decoración; figurilla femenina tipo D2; fragmento de punzón de asta. La decoración del objeto 26 (Figura 22) es de estilo Limón, la cual es originaria de la costa del Golfo y diagnóstica de la fase San Lorenzo (García Moll *et al.* 1991).

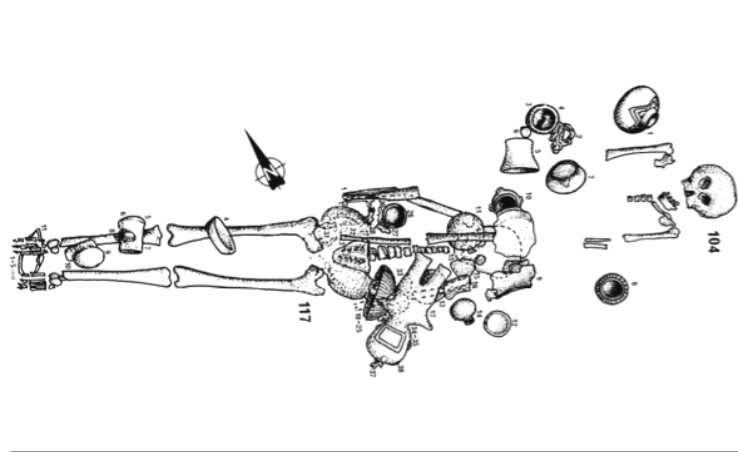


Figura 21. Dibujo de planta, entierro 104, localizado entre las calas XLY IX . Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:118.



Figura 22. Cajete con engobe negro pulido con decoración estilo Limón, diagnóstica de la fase San Lorenzo. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:228.

Entierro 113 (A76): Se trata de un individuo masculino, de entre 30-35 años (Figura 23); el entierro es primario, directo, depositado de decúbito dorsal extendido. Presenta deformación tabular erecta, caries y abscesos. Se halló en la cala XLVII, a una profundidad de 194-195cm. Entre los objetos asociados (19) se hallaron: fragmento de hueso de animal; trozo de tepetate; cajete con engobe café pulido, con decoración; lasca de obsidiana; fragmento de espejo de hematita; fragmento de olla sin engobe, café alisado, sin decoración; fragmento de metate; botellón con engobe café pulido, con decoración; tecomate sin engobe, café pulido, con decoración; cuchillo de sílex; núcleo de obsidiana; punta de proyectil de obsidiana; canto rodado; navaja de obsidiana; punta de proyectil de obsidiana; fragmento de punzón de hueso; dos navajas de obsidiana y fragmentos de sílex (García Moll *et al.* 1991).

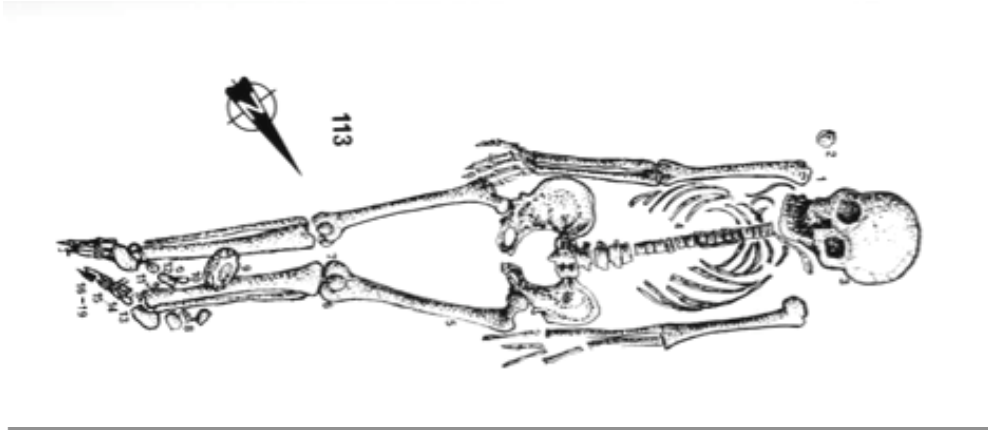


Figura 23. Dibujo de planta, entierro 113, localizado entre las calas XLIX . Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:121.

Entierro 199 (A78): El entierro 199 (Figura 24) se trata de un individuo femenino, de entre 39-44 años, primario, removido, directo, decúbito lateral izquierdo flexionado. Presenta deformación craneana tabular erecta y osteoartritis en columna vertebral. Se encontró en los cuadros EE-11, FF-11. Como objetos asociados (5) están: plato con engobe café pulido, con decoración; cajete con engobe pulido rojo sobre café, con decoración; cajete con engobe rojo pulido, con decoración; plato con engobe rojo sobre café, con decoración; y objeto de cestería decorado al fresco con capas de pintura roja, amarilla, verde y blanco (García Moll *et al.* 1991).

Del objeto 3 (Figura 25) asociado a este entierro; cajete con engobe rojo pulido, su forma y decoración son estilo Calzadas, la cual es diagnóstica de la fase San Lorenzo; sin embargo, también se encuentran presentes materiales que podrían ser locales o provenir de occidente.

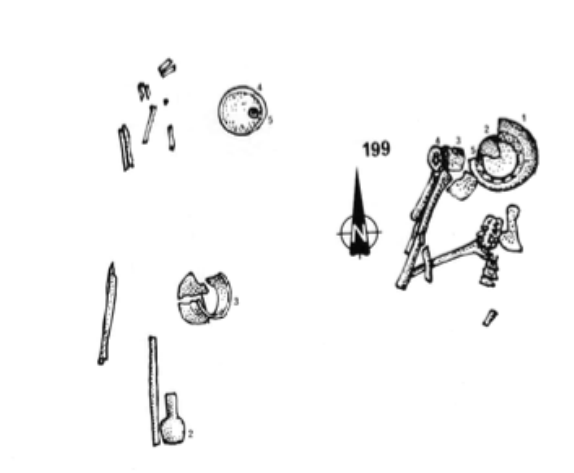


Figura 24. Dibujo de planta, entierro 199, localizado en los cuadros EE-11, FF11. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:152.

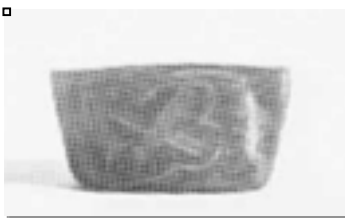


Figura 25. Cajete con engobe rojo pulido con decoración estilo Calzadas, diagnóstica de la fase San Lorenzo. Tomada de García *et al.* 1991:259.

Entierro 203 (A 80): El entierro 2013 (Figura 26) se halló en los cuadros JJ-10,11; II-9,10,11. Es de sexo femenino, aproximadamente de 25-26 años. Fue de tipo primario, directo, decúbito dorsal extendido. Entre las patologías que observaron hubo caries, periostitis generalizada en ambos fémures y tibias. Como objetos asociados se encontraban (4): Olla con engobe café pulido, con decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración; cajete pulido gris lechoso, sin decoración; olla sin engobe café alisado, sin decoración (García Moll *et al.* 1991).

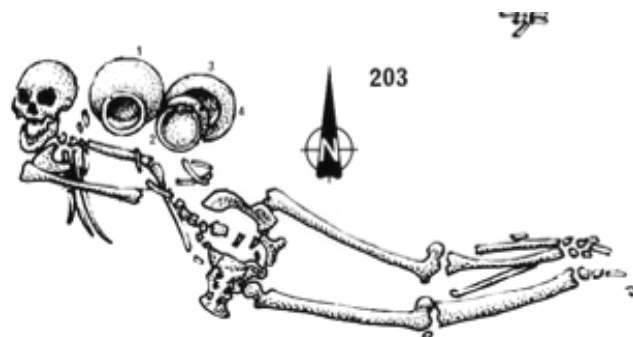


Figura 26. Dibujo de planta, entierro 203, localizado en los cuadros JJ-10,11; II-9,10,11 Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:153.

Entierro 208 (A82): El entierro 208 (Figura 27) se halló en los cuadros EE-11,12,13, FF 12, 13. Se trata de un individuo femenino, de aproximadamente 22-24 años, primario, directo, decúbito dorsal extendido con deformación tabular erecta.

Entre los objetos asociados (7) se encuentran: fragmentos craneales de un individuo no-nato; figurilla de sexo femenino tipo D2.2; cajete miniatura con engobe pulido negro, sin decoración; figurilla de sexo femenino tipo D2; vaso con engobe café pulido, sin decoración; olla sin engobe, pulido café, sin decoración; botellón miniatura con engobe negro pulido, sin decoración; cajete con engobe café pulido, con decoración (García Moll *et al.* 1991).

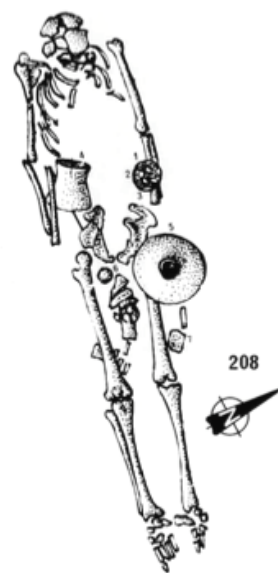


Figura 27. Dibujo de planta, entierro 208, localizado en los cuadros EE-11,12,13, FF 12, 13. Temporada IV, Tlatilco. Tomado de García Moll *et al.* 1991:155.

Tlatilco 2017

Durante agosto-diciembre de 2017 se llevo a cabo el “Proyecto de Salvamento Arqueológico en el predio San Luis Tlatilco No. 10” en un predio ubicado en la parte posterior de la iglesia de San Luis Obispo, que data del siglo XVII. El salvamento estuvo coordinado por la Dra. Tamara Cruz y el Mtro. Héctor Pérez García, bajo la supervisión del Centro INAH Estado de México. Durante las excavaciones se localizaron cuatro entierros primarios y cinco secundarios que se numeraron con números arábigos consecutivos, una gran cantidad de materiales cerámicos (figurillas, ollas, cajetes, etc.) pertenecientes a la Cultura Tlatilco, así como restos de fogones, restos faunísticos y artefactos líticos que todavía están en proceso de análisis (Tamara Cruz, comunicación personal, 2020).

Los entierros 1-5 se localizaron a 3.8 metros de profundidad. De éstos, se seleccionaron para su análisis isotópico los individuos de los entierros 1, 2 y 5 por ser los mejor preservados. Para el análisis se seleccionó una falange de cada uno de los individuos, cuya descripción general se presenta a continuación:

Entierro 1: es un entierro primario consistente en un individuo adulto femenino, colocado en posición decúbito ventral extendido, con orientación Este – Oeste (con 12° de desviación respecto al N magnético). No se localizaron ofrendas asociadas.

Entierro 2: es un entierro primario, consistente en el esqueleto de un infante en posición decúbito dorsal extendido, con orientación Norte – Sur (con 12° de desviación respecto al N magnético) y con ofrendas asociadas (dos vasijas pequeñas).

Entierro 5: se localizó a 2 m hacia el Norte de los entierros 1 y 2. Se trata del entierro primario de un individuo adulto masculino, en posición decúbito dorsal extendido con orientación Este-Oeste (con 12° de desviación respecto al N magnético). El individuo

estaba seccionado en la parte media, por lo que sólo se localizó y recuperó la parte superior del cuerpo (cráneo, columna vertebral, tórax y brazos –húmeros-), y los pies. También se recuperó una vasija pequeña asociada.

Estos entierros fueron colocados directamente sobre el tepetate, en unas fosas poco profundas (~ 20 cm) excavadas sobre el mismo y se encontraron cubiertos con una capa de suelo oscuro, rico en materia orgánica. Todos se localizaron en el mismo estrato (Tamara Cruz, comunicación personal, 2020).

4.4 Chalcatzingo

El sitio de Chalcatzingo, Morelos, fue descubierto en 1934 por Eulalia Guzmán cuando los habitantes del lugar informaron de los bajorrelieves después de una tormenta. Más tarde Guzmán los publicó y mencionó la presencia de tiosos preclásicos y clásicos; sin embargo, no pudo correlacionar los bajorrelieves estilísticamente con ningún grupo cultural. Posteriormente varios investigadores realizaron estudios en el sitio, Piña Chan (1954), Cook de Leonard (1967), Grove (1968- 1972), con los cuales se ubicó formalmente el sitio en el periodo Preclásico y se interpretaron y catalogaron los monumentos y pinturas del sitio (Cyphers 1992).

Fue en 1972 que dio inicio un proyecto formal entre la Universidad de Illinois y el INAH, a cargo de los arqueólogos David Grove y Jorge Angulo. Los principales objetivos fueron determinar en primer lugar la existencia de la estratificación social, en segundo, si existían dos grupos étnicos, uno local y el otro proveniente de la costa del Golfo. Actualmente las investigaciones continúan en Chalcatzingo con el Proyecto Chalcatzingo, bajo la dirección del arqueólogo Mario Córdova.

Durante las temporadas de 1972-1974 se hallaron más de un centenar de entierros. Lamentablemente, debido a la poca conservación de los restos óseos, los investigadores no

podieron determinar las edades, los sexos y las enfermedades, por lo que se limitó a los datos del tratamiento mortuorio.

Para la fase Barranca Temprana se hallaron diez entierros con ofrendas mortuorias que muestran clara evidencia del acceso y el uso diferencial de recursos no locales, como la obsidiana, la jadeíta y las espinas de mantarraya. Los entierros se hallaron debajo de los pisos de las casas y no en lugares públicos o en contextos especiales. Para la fase Cantera (700-500 aC.) se hallaron más de 90 entierros con diferencias importantes entre sí, definidas por el tipo de enterramiento y las ofrendas mortuorias (Merry de Morales 1987).

Para Merry de Morales, las prácticas mortuorias sugieren que la organización social en Chalcatzingo no fue igualitaria desde la fase Barranca, pues se observó desigualdad en el acceso a artículos escasos o valiosos. Según la autora, los entierros de mayor estatus demuestran mayores afinidades con las costumbres de los olmecas de la costa del Golfo. Las criptas, las jadeítas y las ofrendas cerámicas especiales son semejantes a las olmecas. La emulación de los patrones olmecas y el uso de artefactos de prestigio olmecas son características sobresalientes de la fase Cantera. Los individuos de alto rango pueden haber sido personajes locales que copiaban a sus contrapartes de la costa del Golfo, o en realidad inmigrantes de afuera que gobernaban en Chalcatzingo (Merry de Morales 1987).

A continuación se describirá el área y los entierros que se tomaron para su análisis isotópico (Figura 28).

Es importante mencionar que durante las excavaciones de la década de 1970 se asignó un número a cada entierro por cada terraza o unidad. Por ejemplo, en T-20 hallaron 11 entierros que en campo numeraron del 1 al 20 y en la Terraza 21 hallaron un entierro que numeraron nuevamente con el número 1. Sin embargo, en el reporte final editado por Grove (1987), los números de los entierros son secuenciales, es decir, no se dividen por

áreas si no que comienzan desde el 1 hasta finalizar. Es por ello que los entierros presentados cuentan con dos números: el que fue asignado en campo y otro asignado por la autora a través de la correlación con la publicación final, la Figura 29 es un ejemplo que en campo la imagen presenta al entierro con el número 3 y en la publicación como el entierro 95. Si se va a la página se verá que el entierro 95 corresponde al entierro 3 del área T-25.

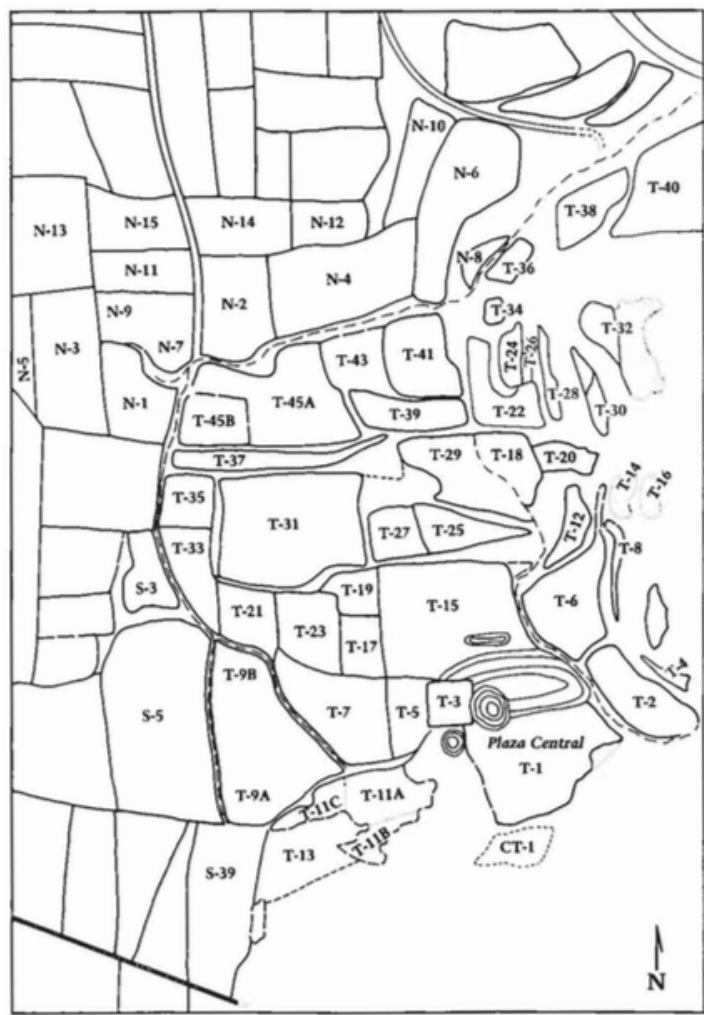


Figura 28. Mapa de las terrazas, algunas de ellas excavadas. Se observa la T-20, T- 25 y la Plaza Central de donde se tomaron muestras para la presente investigación. Tomado de Grove y Cyphers 1987:23.



Figure 7.19. Burial 95, altar interior.

Figura 29. Fotografía de campo del entierro 95, Puede apreciarse en la pizarra el número asignado en campo, entierro 3. Tomado de Fash William 1987:470.

4.4.1 Muestras contemporáneas

- Se recolectaron cinco muestras de agua en diferentes cuerpos de agua de Chalcatzingo, Morelos. Las características se muestran en la Tabla 7.
- Se tomó una muestra de fauna contemporánea en el año 2016, perteneciente al número de un conejo, con la clave de laboratorio A24-M18 (Tabla 8).

Tabla 7.- Registro de las muestras de agua contemporánea de Chalcatzingo.

Clave LIE	Cuerpo de agua	Poblado	Temporada
A 100	Pozo museo	Chalcatzingo	Seca
A 101	Pozo casa	Chalcatzingo	Seca
A 250	Ojo de agua	Chalcatzingo	Lluvia
A 251	Pozo casa	Chalcatzingo	Lluvia
A 252	Pozo museo	Chalcatzingo	Lluvia

4.4.2 Muestras prehispánicas de Chalcatzingo

Las muestras prehispánicas provienen de distintas temporadas de campo y se tomaron de acuerdo con su estado de conservación y ubicación dentro del sitio.

Se tomaron 9 muestras (Tabla 8) de las temporadas 1973-1974, 2004 y 2012. Aunque se querían tomar de individuos específicos, no fue posible debido a la mala conservación en la que se encontraban, así que se tomaron de los individuos mejor conservados para el análisis. La muestra consistió en tomar una pieza dental o fragmento de hueso dependiendo del estado conservación de cada individuo de diferente área.

Tabla 8. Registro de las muestras prehispánicas de hueso humano de Chalcatzingo.

Clave LIE	Temporada	Área	Entierro	Hueso/diente	Temporalidad	T. muestra
A16-M18	1973	Plaza central	Entierro 3	Hueso/diente	Cantera (700-500 aC.)	Mandíbula
A17-M18	2012	PC4 lado sur	Entierro 14	Hueso/diente	Preclásico Inferior (1150-850 aC.)	Mandíbula
A18-M18	1973	T-25 altar	Entierro 14	Hueso/diente	Cantera (700-500 aC.)	Mandíbula
A19-M18	2004	Unidad habitacional	Entierro 2	Hueso	Cantera (700-500 aC.)	Mandíbula
A21-M18	1973	T-25 altar	Entierro 6	Hueso/diente	Cantera (700-500 aC.)	Mandíbula
A 97	2004	Unidad habitacional	Entierro 7	Diente	Cantera (700-500 aC.)	Premolar inferior
A 100	2004	Unidad habitacional	Entierro 3	Diente	Cantera (700-500 aC.)	2molar superior
A104	1973	T-25 altar	Entierro 10	Diente	Cantera (700-500 aC.)	Tercer molar
A105	2012	Unidad habitacional	Entierro 6	Diente	Cantera (700-500 aC.)	Molar superior
A15-M18	1974	T. 20	Entierro 4b	Hueso/diente	Clásico	Mandíbula
A20-M18	1974	T.20	Entierro 3	Hueso/diente	Clásico	Mandíbula
A22-M18	1974	T.20	Entierro 6	Hueso/diente	Clásico	Mandíbula
A23-M18	1974	T.20	Entierro 1	Hueso/diente	Clásico	Mandíbula

T- 25 (FS 1973, 1974).

En la Terraza 25, al norte del juego de pelota, en 1973 se halló fortuitamente el altar olmeca (monumento 22); durante las labores de siembra, con un arado se dio con dos piedras labradas que forman parte del altar.

Se describió como un altar semejante a los existentes en la costa del Golfo con la particularidad de estar conformado por varias rocas labradas que forman la imagen de las fauces de la tierra, presente también en el Altar 4 de La Venta, en Tabasco. Por lo tanto, es un elemento que reviste gran importancia al encontrarse tan alejado del área olmeca y compartir tantos rasgos similares.

Durante dos años consecutivos se realizaron excavaciones en torno al altar olmeca, dejando al descubierto un patio hundido al norte, delimitado por el mismo altar en el sur y por muros perimetrales al este, oeste y sur, dejando un espacio abierto hacia el norte (Fash 1987: 82). Durante las exploraciones se encontró un gran número de enterramientos debajo de la superficie del patio. El altar, el patio y la mayoría de los enterramientos datan a la fase Cantera (Fash1987).

Entierro 14:La etiqueta de la muestra: 1973, entierro 14, T-25 Altar, 1-2 N, 0-2 W (A 18-M18), se encuentra en la publicación como: entierro 106 (Merry de Morales1987: 472).

El entierro 106 se ubicó en la unidad de excavación 1-2N / 0- 2W; 150 cm debajo de la superficie; en campo se le asignó como 1973-entierro 14, T-25 Altar. Es un individuo adulto de sexo indeterminable, se encontró en posición extendido, con brazos ligeramente flexionados y ambas manos colocadas sobre la región de la pelvis. Se hallaron varios objetos de cerámica asociados a esté. Pertenece a la fase Cantera (Merry de Morales1987: 472).

Entierro 6: La etiqueta de la muestra dice: 1973, T-25 altar, entierro 6 (A 21-M18) y en la publicación se encuentra como: entierro 98 (Merry de Morales 1987: 471).

En la unidad 1-2S / 8-9W; 100 cm debajo de la superficie se halló el entierro 98; en campo fue asignado como 1973 entierro 6, T-25 Altar. Colectivo, directo. Se trata de un doble entierro con el entierro 99. Es un individuo cuyo sexo no pudo ser definido, joven. Probablemente su posición era extendida. Presentaba un cuenco bifacial de laca. Fase Cantera (Merry de Morales 1987: 471) .

Plaza Central, estructura 4 (PC4) Lado Sur 2012

La Plaza Central, se encuentra en la parte más alta de las terrazas centrales, delimitada al sur por las laderas del cerro Chalcatzingo, limita al norte con la Terraza 3, del periodo Clásico y el montículo largo del Preclásico Medio. Es la terraza más cercana a los grandes bajorrelieves (Grove *et al.* 1987: 23).

En los años 1973-1974 se llevaron a cabo excavaciones en el extremo SE y al lado E de la Plaza Central, en donde identificaron diversos muros fechados para el Preclásico Medio, fase Cantera. Durante las excavaciones se identificaron en la estructura 2 muros de la estructuras aledañas y entierros semejantes a los de Tlatilco (Grove 1987: 23).

También, en 1976 se definieron algunos muros de la estructura 4, se halló una tumba que se excavo y registro parcialmente (Córdova *et al.* 2012:10)

Fue en el año 2012 que la estructura 4 (PC4) fue explorada como parte del proyecto Chalcatzingo a cargo del arqueólogo Mario Córdova.

En el informe de Córdova *et al.* 2012, mencionan que la deposición de entierros en el lado sur del sector PC4 tuvo características únicas, ya que se localizó a pocos metros del conjunto habitacional PC4 y se extendieron a lo largo de 12 cuadrantes entre E80-S50 y E91-S50 (Figura 30) (Córdova *et al.* 2012:72).

A continuación se describen los entierros tal cual fueron descritos en el informe.

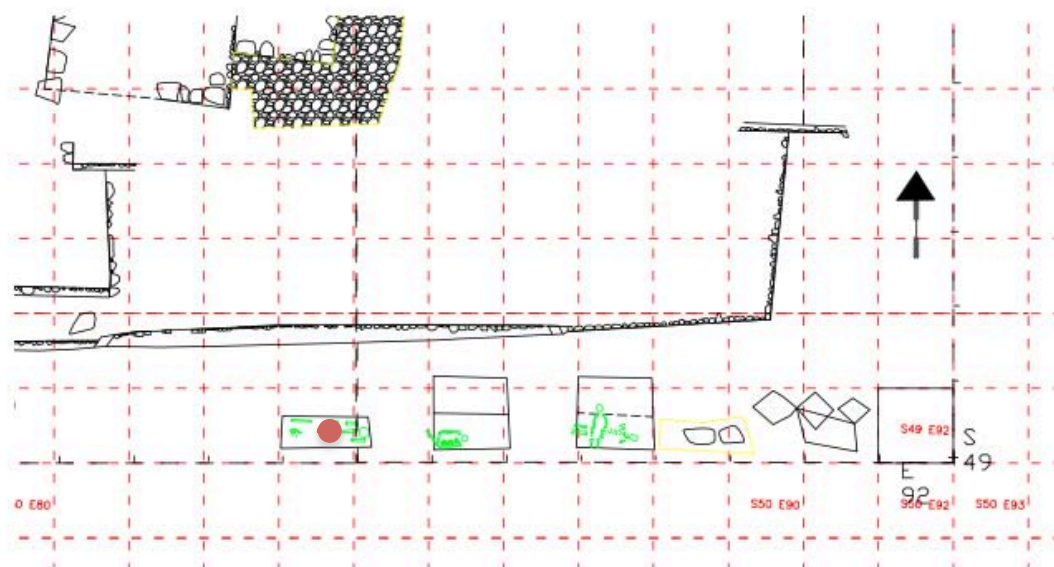


Figura 30. Ubicación de los entierros al sur de la estructura 2 de PC4. En la Unidad E 84-S49 (punto rojo) se ubicó el entierro 14, el cual se muestreó para la presente investigación. Modificado de Córdova *et al.* 2012:72.

Entierro 14 (A17-M18): El entierro 14 se halló en la unidad de excavación E84-S49, en la capa III. Se trata de entierro primario, múltiple y directo, en donde indentificaron tres individuos –dos adultos y un infante–. Este entierro tuvo la mayor cantidad de elementos asociados como ofrenda, conformada por cuatro botellones, una olla miniatura, un mortero de basalto, cuatro cajetes y dos figurillas cerámicas (Figura 31).

Córdova *et al.* 2012 mencionan que los primeros dos individuos se encontraron a 15cm por encima del tercer individuo (infante). Estos individuos presentan mal estado de conservación; sin embargo, se pudo observar cierta relación anatómica, por lo que se consideró como primario pero sin identificar la posición del entierro (Córdova *et al.* 2012:76).

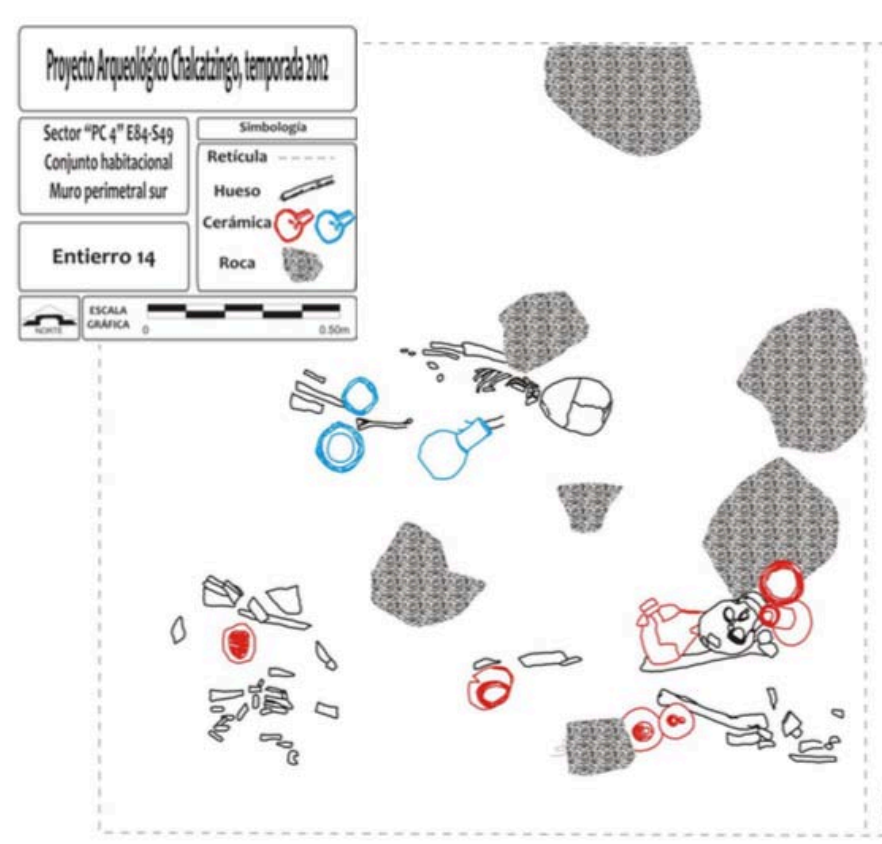


Figura 31. Planta del entierro colectivo 14, se observan 3 individuos con los objetos asociados como ofrendas, entre los que se encuentran vasijas y 4 botellones. Tomado de Córdova *et al.* 2012:79.

La cantidad de objetos u elementos asociados que reportan los investigadores fue de 12 piezas entre vasijas, lítica pulida y figurillas. Con los individuos 1 y 2 estaban asociados: cuatro botellones, una olla miniatura, dos cajetes, dos figurillas y un mortero. El elemento 11 consiste en un botellón, tiene un grabado inciso relleno de pigmento rojo; y el elemento 12 consiste en una vasija completa parcialmente fragmentada (Córdova *et al.* 2012:80).

Sin embargo, no hay una identificación precisa sobre a cuál individuo pertenece el resto óseo de este estudio, pero la información obtenida indica que corresponde a un individuo

femenino adulto. Asociados directamente con este conjunto de entierros se localizaron varios artefactos, entre los que destaca un botellón negro con decoración esgrafiada y pintura roja (Figura 32). Esta forma cerámica así como su decoración permiten que este contexto sea datado de forma relativa en el Preclásico.



Figura 32. Elemento 11, asociado al entierro 14. Botellón negro con decoración esgrafiada y pintura roja. Tomada de Córdova *et al.* 2012: 40.

Museo 2004

En el área en donde se encuentra el Museo de Chalcatzingo, se hallaron distintos vestigios arqueológicos, fue durante el rescate arqueológico en los años 2003-2004 que se hallaron estructuras pertenecientes al periodo Preclásico Medio, fase Cantera (Córdova *et al.* 2004).

Lor arqueólogos definieron esta área como una ocupación habitacional, de la cual se identificaron algunos alineamientos y se recuperaron entierros que fueron colocados sobre el tepetate, bajo las construcciones habitacionales y asociados a ofrendas de vasijas cerámicas, se hallaron también grandes concentraciones de material cerámico, lítico y

figurillas de barro (Córdova *et al.* 2004).

Mucho del material cerámico recuperado corresponde a la fase denominada Cantera (Preclásico Medio), entre los tipos observados destaca el Blanco Amatzinac, al que pertenecen los incensarios en forma de cuchara y de canasta de doble asa y los cajetes grandes.

De los entierros que Córdova y su equipo excavaron, recuperaron 8 individuos adultos, la mayoría incompletos, asociados a la estructura 1; tres entierros se encontraron al interior del edificio, uno en el norte de un pilar y cuatro restantes frente al muro poniente de la estructura 1. A continuación se describe con información de (Córdova *et al.* 2004).

Entierro 2 (A19-M18). Este entierro fue colocado dentro de una cista hecha con piedras acomodadas que se ubican entre los cuadros 7M y 7N. Se trata de un entierro primario directo, en posición decúbito dorsal extendida, con las manos entrelazadas sobre el área abdominal. El esqueleto estaba orientado con el cráneo hacia el oeste. El hueso frontal, el maxilar y parte de los temporales del cráneo se encontraron totalmente destruidos debido a las piedras que se le colocaron a manera de tapa de la cista. La zona inferior de la tibia y el peroné no se localizaron, así como los huesos del tarso, metatarso y falanges. Hacia el este del entierro, a sólo 25cm de separación, se encontraron fragmentos de huesos largos que no pertenecen a este esqueleto, probablemente es un entierro secundario.

La ofrenda del personaje consistió en seis vasijas; uno de los cajetes, sumamente deteriorado por la misma razón que el cráneo, estaba colocado junto a la cabeza, del lado izquierdo. Los otros tres cajetes fueron colocados al lado izquierdo del esqueleto, un pequeño plato junto a la pierna izquierda y a 30cm al éste un vaso, probablemente asociado con el entierro secundario.

Entierro 3 (A 100). En los cuadros 5N y 5M se localizó otra cista donde se encontraron

los restos óseos de otro personaje, orientado con el cráneo hacia el oeste. Se trata de un entierro primario directo, en posición decúbito dorsal extendido con los brazos flexionados y cruzados sobre el pecho. El hueso frontal, maxilar superior y parte de los temporales del cráneo se encontraron totalmente destruidos, así como la caja torácica, se recuperaron únicamente las vértebras de la región lumbar.

La parte superior de los huesos del húmero de cada brazo, los huesos del carpo, metacarpo y falanges igualmente estaban destruidas, también debido a las piedras colocadas sobre el cuerpo. La parte inferior de la tibia y el peroné no se localizaron, así como los huesos del tarso, metatarso y falanges, en su lugar sólo había un pequeño cántaro como ofrenda. Lo interesante de este entierro es que para colocar el cuerpo, primero se realizó una horadación (se excavó y dio forma) en el tepetate que tiene la forma del cuerpo, con un ancho de 50cm x 1.90m de largo y una profundidad que va de los 10 a los 15cm.

Entierro 7 (A 97). Este entierro también se localizó en una cista en los cuadros 4K y 5K. Se trata de un entierro primario directo, en posición decúbito dorsal extendido, con los brazos flexionados sobre el pecho, el cráneo estaba orientado hacia el norte. La parte frontal del cráneo fue totalmente destruida debido a las piedras colocadas sobre ella. La caja torácica y la columna vertebral no se recuperaron, la sección de la pelvis se encontró sumamente deteriorada, casi la mitad de la tibia y el peroné de ambas piernas no se localizaron, así como los huesos correspondientes a los pies. En cuanto a la ofrenda consistió en un cajete de 23cm de diámetro colocado en el costado derecho, a la altura del fémur.

Periodo Clásico

Cuando se tomaron las muestras de Chalcatzingo se decidió tomar las muestras en mejor

estado de conservación, dentro de las cuales se encontraban cuatro muestras de la temporada 1974, las cuales pertenecen al Periodo Clásico y de las cuales se realizó el análisis isotópico de las relaciones isotópicas de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$), carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$). A continuación, se describirá el contexto de las muestras que pertenecen a la Terraza 20, con información de (Grove 1987).

Terraza 20 (FS 1974).

La terraza 20 es parte de un campo agrícola en las pendientes occidentales del Cerro Delgado. Durante las excavaciones se observó una gran concentración de tios del Preclásico Medio. En este punto una leve nivelación en la topografía y los datos obtenidos de las excavaciones subsiguientes indican que este lugar había sido interrumpido hasta al menos el Clásico Tardío y que desde entonces se ha erosionado en gran medida en su actual configuración de pendiente.

Las excavaciones en el área de donde se concentraban los fragmentos del Preclásico Medio revelaron tres muros. El muro más profundo que se encontró fue construido con piedras irregulares, a la manera común de las construcciones de la fase Cantera. Sólo quedaba un segmento de 4 m de este muro orientado este-oeste, designado Estructura 1 (Grove 1987).

En la unidad 19-21 N- 4-6W, a 40 cm debajo de la superficie, se halló un entierro directo, colectivo, con otros tres individuos 69, 71 y 72. Del que se tomó muestras se trata de un individuo juvenil, de sexo indeterminado. Perteneció al periodo Clásico.

Entierro 6 Etiqueta muestra: Chalcatzingo 1974, entierro 6, T-20, esq.1. 15-16 N, 0-2 E, 85cm. (A22-M18). Publicación: entierro 72 (Grove 1987: 467).

El entierro 72 se encontró en la unidad 19-21N 4-6 W, 40 cm debajo de la superficie, es

directo y está enterrado con otros tres individuos (69, 70, 71). Pertenece al periodo Clásico.

En este último apartado se encuentran los individuos sin identificar, no se encontraron los datos de las etiquetas en relación con los publicados por Grove, lamentablemente fue imposible obtener más datos de ellos.

Entierro 3: 1973, Plaza Central, entierro 3 , 132 S- 38 W (muestra 16-M18).

Entierro 3: Chalcatzingo 1974, entierro 3, T-20, N22-23 W 6-8 (muestra A20-M18)

Entierro 1: Chalcatzingo 1974, entierro 1, T-20, N5, 0-3N, 0-1E, 94cm (muestra A23-M18)

Entierro 4: Chalcatzingo 1974, entierro 4, T-20 (muestra A15-M18)

A lo largo de este capítulo pudimos observar la diversidad de las muestras en cuanto contextos, temporalidades, áreas, sexo y edad. Aunque muchos de los entierros no cuentan con un análisis osteológico debido a su mal estado de conservación, son de gran importancia por ser los únicos con los que se cuenta de San Lorenzo y Loma del Zapote; las muestras de Tlatilco y Chalcatzingo también son relevantes porque ayudarán a obtener datos sobre la procedencia y alimentación de los individuos, temas que, como hemos visto, han sido causa de debate a lo largo de las investigaciones.

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta cómo se llevó a cabo la limpieza, molienda y preparación del esmalte de dientes, dentina y huesos de los restos óseos humanos para su análisis isotópico de $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y las relaciones isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, así como el análisis de las muestras de flora, fauna contemporánea y fauna arqueológica de los cuatro sitios del Preclásico Inferior y Medio; San Lorenzo y Loma del Zapote, Veracruz; Tlatilco, Edo. de México; y Chalcatzingo, Morelos.

El análisis de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se llevó a cabo en el Laboratorio de Isótopos Estables (LIE) del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía del Instituto de Geología de la UNAM, mientras que los análisis de las relaciones isotópicas de estroncio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ se realizaron en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica de la UNAM.

A continuación, se detallarán los protocolos de cada laboratorio para la purificación y análisis de la biopatita de los esmaltes, así como de la bioapatita y colágeno de la dentina y de los huesos.

5.1 Limpieza y molienda de las muestras

Las piezas dentales y huesos se limpiaron de materia orgánica, como hojas, fibras y raíces; se lavaron con acetona en un baño de ultrasonido por 15 minutos; se limpiaron con un cepillo de dientes con agua tipo I y se secaron en un horno a 60°C por un tiempo de 18 horas.

Se utilizó un mini taladro con fresa de dentista con punta de diamante para separar la dentina del esmalte. Los polvos obtenidos del esmalte y la dentina se muelen por separado

en un mortero de ágata y se tamizan por separado a través de una malla numero 125 micrómetros de cuatro pulgadas de diámetro (Morales *et. al.* 2012: 405).

En cuanto a los huesos, una vez limpios se molieron en mortero de ágata y pasaron por malla #100 para obtener un tamaño de partícula uniforme, el polvo resultante se dividió en 2 partes: aproximadamente 200mg para analizar el colágeno del hueso y 100mg para analizar la bioapatita.

Todas las muestras se registraron y fotografiaron cuidadosamente. Las muestras de pescados se secaron por medio de dos técnicas, secado en horno y secado en liofilizadora (deshidratación mediante una rápida congelación, posteriormente se elimina el hielo mediante un ligero calentamiento al vacío que lo transforma en vapor, dejando seco el material), para conocer si existía alguna variabilidad en los resultados y saber cuál es la forma más fácil de realizar el pulverizado.

En el caso de las muestras de agua se realizó un filtrado para quitar cualquier residuo sólido que pudiera contener, y se colocan en un vial de 2ml. Posteriormente se depositan en el equipo llamado Gato para realizar los análisis isotópicos de oxígeno e hidrógeno.

5.2 Preparación química

5.2.1 Separacion y purificación de bioapatita

Para la determinación de las relaciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y de $\delta^{18}\text{O}$ de CaCO_3 de la bioapatita proveniente del esmalte de los dientes y molares, las muestras fueron tratadas químicamente mediante el método modificado, de acuerdo con Koch *et al.* (1997).

Todas las sustancias utilizadas son grado reactivo analítico. A 300 mg de esmalte se le agrega la cantidad suficiente para cubrir la muestra con peróxido de hidrógeno a 30% por dos horas, con el fin de eliminar la materia orgánica. Al final, la muestra se lava tres veces con agua tipo 1 y se centrifuga por diez minutos a 5000 rpm eliminando el agua cada vez.

Para eliminar los carbonatos exógenos se trata la biopatita con una solución *buffer* (ácido acético- acetato de Calcio 1.0 M, pH=4.75) durante nueve horas, con una cantidad suficiente para cubrir la muestra. Al término de este tiempo se centrifuga por 10 minutos a 5000 rpm; la muestra se lava tres veces con agua tipo I centrifugado 10 minutos a 5000 rpm cada vez. Terminando este paso, se le agrega la cantidad necesaria para cubrir la muestra con etanol absoluto y se coloca el recipiente abierto en una estufa a 90° C hasta la evaporación total del disolvente (por 12 horas).

Con una microbalanza Mettler- Toledo MX5 se pesan 9.5 mg de la muestra purificada; para el caso de los materiales de referencia utilizados NBS-19 y NBS 18, se pesan 0.45 mg, y de LSVE se pesan 0.3 mg con un error de peso de 5%, en un tubo de borosilicato exentainer y se colocan en una estufa a 90°C por 24 hrs; inmediatamente después se tapan y se procede a intercambiar el aire que contienen los tubos por helio durante 10 minutos Koch *et al.* (1997).

5.2.2 Extracción de colágeno de dentina de corona y hueso

Para la extracción de colágeno de la dentina de la corona y del hueso se utilizaron los procedimientos descritos por Morales *et al.* 2012. Quienes siguieron las recomendaciones descritas por Login (1971), Brock *et al.* (2007), y Hülls *et al.* (2007).

Para 200mg de dentina de corona o hueso (cantidad mínima necesaria) se agrega 10.0 ml de ácido clorhídrico 0.5 M (se monitorea el pH hasta <1.0) durante 30 minutos. Al final se centrifuga 10 minutos a 4000 rpm; se decanta el líquido (neutralizar el ácido antes de desechar) y se realizan tres lavados por centrifugación en las mismas condiciones, con la cantidad suficiente de agua tipo 1 (10.0 ml aproximadamente). Se verifica el pH = 7 colocando una gota en un papel indicador.

Para remover la contaminación con los ácidos húmicos y fúlvicos se trata la dentina o los huesos con 5.0 ml de hidróxido de sodio 0.1 M por 50 minutos. Al término de este lapso se centrifuga 10 minutos a 4000 rpm, se decanta el líquido y se le realizan tres lavados por centrifugación en las mismas condiciones, con la cantidad suficiente de agua tipo 1 (10.0 ml aproximadamente).

Se adicionan 5 ml de HCL 0.5 M por 60 minutos; se centrifuga a 4 000 rpm 10 minutos y se tira el sobrenadante. Se agregan 10 ml de agua tipo I; se agita y centrifuga a 5 000 rpm 10 minutos, y se tira el sobrenadante. Se revisa el pH=7 con papel indicador y si es necesario se efectúan lavados extras.

Se añaden 12 ml de agua tipo I para que el colágeno se disuelva como gelatina a 80° C se ajusta el pH de la solución a 3; se añade 2 ml de HCL 0.01 M y se coloca en la estufa por 20 horas. Se filtra la solución en caliente utilizando filtros de plata de 0.45 mm de tamaño poro. Se coloca la solución en un recipiente adecuado, el cual se congela para secar la muestra por liofilización en condiciones normales (-52°C y 0.03 mbar) por espacio de 12 horas. En una microbalanza (Mettler. Toledo MX5) se pesa 1.0 mg colágeno purificado (por duplicado) en cápsulas de estaño de 5.0 mm x 9.0mm (Morales *et al.* 2012).

5.2.3 Preparación y purificación de hueso mediante NaOCl

Para la purificación de la bioapatita de hueso se siguió el procedimiento del Laboratorio de Paleodieta del Departamento de Antropología de la Universidad de California en San Diego, dirigido por Margaret Schoeninger, basado en procedimientos de Koch *et. al* 1997, (Schoeninger 2009).

Después de pulverizar finamente la muestra de hueso o esmalte, se pesan 40 mg y se coloca el polvo en un mini tubo centrífugo. Se prepara una solución al 2% de NaOCl que

se obtiene combinando 4-5% de NaOCl de grado purificado con una cantidad igual de agua destilada doble (ddH₂O) y se adiciona esta solución a la muestra hasta cubrirla.

Se dejan las muestras remojadas y tapadas a temperatura ambiente durante 24 horas, se mezclan nuevamente, se enjuagan con agua después de las 24 has de solución, se decanta la solución de NaOCl con una pipeta, se agregan 1.4mL de ddH₂O a cada tubo y se mezclan durante 45-60 segundos. Se colocan los tubos en la mini centrífuga y se giran durante 1.5 minutos. Se repetir hasta completar 3 enjuagues con agua.

Más tarde se cubre la muestra con ácido acético, se mezcla y se dejan tapados los tubos a temperatura ambiente durante 24 horas. Después se decanta el ácido con una pipeta, se agregan 1.4mL de ddH₂O a cada tubo, se mezcla el agua y la muestra durante 45- 60 segundos y se centrifugan por 1.5 minutos. Se repite nuevamente para tener 3 enjuagues con agua. Para que las muestras esten secas e iniciar el análisis isotópico, se colocan en un horno a 60 °C o se dejan secar durante 24 horas.

5.3 Análisis isotópico

5.3.1 Espectrómetro de masas

Es posible conocer la masa de los elementos y la variabilidad de ellos utilizando un espectrómetro de masas. Estos instrumentos separan espacialmente mediante campos eléctricos y magnéticos a los isótopos y permiten determinar, utilizando técnicas electrónicos muy sensibles, con gran precisión la cantidad de átomos de cada uno de los isótopos. De tal manera que se obtiene la relacion o cociente de los isótopos estables (¹³C/¹²C, δ¹⁸O / δ¹⁶O, ¹⁵N/¹⁴N, ²H/¹H) de las moléculas de interés. De forma alternada se miden las relaciones isotópicas de la muestra y de un patrón interno para poder reportar las mediciones en notaciones delta δ con respecto a patrones internacionales. La medición se

basa en la comparación directa y simultánea de cada elemento en relación con un patrón de referencia que sirve tanto para llevar a cabo físicamente la medida como para realizar la interpretación de los datos. El material que se va a medir en el espectrómetro de masas FINNIGAN MAT 250 con triple colector requiere estar en forma gaseosa, como lo son el CO, CO₂, N₂, H₂, O₂ (Morales *et al.* 2012). Tanto la precisión como la exactitud de la instrumentación fue de 0.2‰ para oxígeno y 0.1‰ para carbono (ver Morales *et al.*, 2012).

5.3.2 Análisis isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en el CaCO_3 de bioapatita del esmalte y hueso

Para realizar los análisis isotópicos de oxígeno y carbono de carbonatos, los investigadores usaron la técnica básica descrita por McCrea (1950), donde el CO₂ es liberado por la reacción ácida del carbonato con H₃PO₄ a 100% a 25°C durante 54 horas. La preparación del material, muestras y análisis las realizaron siguiendo el procedimiento descrito por Révész *et al.* (2001, 2002), consultar Morales *et al.*, 2012.

5.4 Metodología para evaluar diagénesis

Como se mencionó en el capítulo II, el proceso de degradación del colágeno lo llevan a cabo hongos y bacterias, los cuales consumen localmente parte del material orgánico original, dejando atrás solo sus restos. También lo hacen compuestos exógenos orgánicos, como los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos provenientes del suelo, se adhieren y contaminan el colágeno original. Como se mencionó anteriormente, estos compuestos en general son eliminados durante el tratamiento químico. Para probar que no están contaminados, los investigadores han desarrollado varios protocolos químicos a fin de optimizar la extracción y purificación del colágeno disponible (Morales *et al.* 2012). La calidad del colágeno extraído de los restos humanos se puede determinar por varias formas:

- Mediante el cálculo del porcentaje de la cantidad del colágeno recuperado después del proceso de separación – purificación calculada con respecto al peso total de la muestra completa inicial y comparándolo con un resultado obtenido de forma similar; el porcentaje de recuperación del colágeno de un hueso sano reciente puede ser de 20% y en hueso arqueológico tiene que ser mayor de 1% para obtener resultados confiables. Este método es difícil de cuantificar y no da ninguna certeza de tener un colágeno no degradado o contaminado.

- La principal manifestación de la integridad del colágeno está en la medida de la relación atómica entre C/N, la cual debe estar entre 2.9 y 3.6. Este intervalo para el C/N es considerado como un buen indicativo de la preservación del colágeno (Morales *et al.* 2012: 367).

- Las pruebas para identificar la alteración de la fracción inorgánica de huesos y dientes son las medidas de cristalinidad así como la observación por microscopio electrónico. Ambas pueden detectar que el hueso se ha reorganizado y que los cristales de la biopatita se han recristalizado. En caso de detectarse una recristalización, ésta tiene serias implicaciones en la preservación de las señales inorgánicas; por ejemplo, indica un intercambio de los carbonatos que forman la bioapatita del hueso y la posibilidad de intercambio isotópico con carbonatos exógenos acarreados por aguas subterráneas circundantes o la sustitución de los carbonatos por iones de flúor, o del calcio por estroncio (Morales *et al.* 2012: 367).

Por otro lado, Morales *et al.* 2012 mencionan que, los dientes también pueden presentar alteraciones, pero el esmalte es más estable que el carbonato de la biopatita de los huesos por lo cuál es idóneo para su estudio isotópico.

Una técnica para identificar la alteración de la bioapatita de huesos y dientes son las medidas de cristalinidad (CI) cuyos valores deberán estar dentro de ciertos rangos para esmalte entre 3.9 y 4.2 ; y para corona y hueso entre 3.6 y 4. Estos índices de cristalinidad y el % de carbonatos se obtienen mediante la técnica de FTIR, espectroscopía de infrarrojo, donde mediante espectros de transmisión (FTIR) o reflexión (ATR) se puede detectar la recristalización de la muestra así como la presencia de compuestos contaminantes de la muestra además de aproximar las cantidades de carbonatos y fosfatos en huesos y esmaltes.

5.5 Análisis estadístico

Los diferentes recursos estadísticos permiten estudiar las bases de datos utilizando diferentes criterios. En nuestro caso requerimos caracterizar la dieta, la procedencia y movilidad utilizando los análisis isotópicos de los tejidos mineralizados de cuatro sitios distintos. Las bases de datos son pequeñas, y con una alta diversidad en cuanto a área y temporalidad. Sin embargo, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas para explorar la variación y diferencias entre la dieta y la movilidad de las diferentes poblaciones, así como los valores atípicos o *outliers* de las bases de datos. Todos los análisis se realizaron en el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS v.24) con α establecido en 0.05, con el cual se obtienen la mediana y los valores intercuartiles.

Sin embargo, aun con muestras de mayor tamaño, no es sencillo detectar la presencia de migrantes en una población, ya que los valores de los análisis de los individuos que requerimos identificar como migrantes modifican a su vez a la base de datos, alterando la distribución normal y, ampliando el rango de valores. Aun más, el tamaño de nuestra muestra es demasiado pequeño para que estadísticamente tengan sentido las diferencias o

similitudes obtenidas entre diferentes características como temporalidades o localidades y el criterio de interquartile para detectar valores atípicos (migrantes) es muy amplio, corresponde a (2.6σ) . Por tanto, también utilizamos la técnica estadística del promedio y la desviación estándar para analizar los datos isotópicos. Y se usa el criterio de que los valores fuera del rango establecido por el promedio y dos desviaciones estándar ($X \pm 2\sigma$) identifican a los datos que no pertenecen al grupo (*outliers*) y que por tanto son los migrantes en el caso de $\delta^{18}\text{O}$, y los que no consumen la dieta local en el caso de $\delta^{13}\text{C}$. Mediante este criterio podemos analizar de una manera más precisa los datos dentro de 3 rangos: Los datos de los individuos dentro del rango $X \pm 1\sigma$ (zona #1) esta zona contiene el 68.27% de los datos y puede considerarse como los valores de la población local a la que que arbitrariamente llamaremos huella local; los valores de los individuos incluidos entre $X \pm 1\sigma$ y $X \pm 2\sigma$ (zona #2) se consideran con clasificación dudosa, difícil de precisar, y los individuos con valores fuera del rango establecido por $X \pm 2\sigma$ (zona #3) se consideran, como se menciono anteriormente, como los anómalos, atípicos, *outliers* o extremos y para el caso de procedencia, son los no locales.

Es importante notar que no pretendemos definir la huella local de la dieta o de la procedencia de las poblaciones estudiadas en bases de datos tan pequeñas, pero si podemos hablar del rango que contiene al 68% de los valores de los individuos muestreados. Por otro lado, la zona #2 puede tener datos que pertenecen a: variaciones de la misma población local; datos de individuos que son no-locales pero provienen de zonas con valores de $\delta^{18}\text{O}$ muy semejante a la región que estamos considerando local. Para verificar la procedencia de estos individuos de la zona #2 se utiliza otra metodología distinta para determinar el origen como son los análisis isotópicos de estroncio. Utilizando

este método estadístico, se calculó el promedio y la desviación estándar de: la dieta total y de la procedencia para determinar el rango de cada uno de los parámetros, así como los individuos cuyos datos pertenecen a la zona #2 y a algunos de los cuales se les realizó análisis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

En cuanto a los análisis isotópico de carbono del colágeno que representan la dieta proteica, por ser muy pocos se grafican incluyendo los valores de $\delta^{13}\text{C}$ que definen los límites de rango total con los valores isotópicos de las plantas C4 y C3.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de las relaciones isotópicas de agua, fauna y flora contemporáneas así como los resultados de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ de la bioapatita de esmaltes y huesos de las poblaciones de San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco. De la misma manera se ofrecen los análisis isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del colágeno en huesos y dentinas de las mismas poblaciones y los análisis isotópicos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Cabe mencionar que las muestras cuyos valores denotaron diagénesis tanto por la recristalización o adición de los carbonatos a la bioapatita como por la alteración en la relación C/N del colágeno, aparecerán en las tablas pero no en los gráficos ni en las discusiones. De la misma manera, los valores $\delta^{13}\text{C}$ de bioapatita de esmalte se corrigen con -2.3‰ y los valores en esmalte $\delta^{18}\text{O}$ se corrigen con -1.5‰ cuando se comparan con los resultados de los huesos (Warinner 2010).

6.1. San Lorenzo y Loma del Zapote

Los primeros resultados han sido de las 31 muestras de agua, flora y fauna contemporáneas de San Lorenzo, Loma del Zapote, Veracruz, y áreas cercanas que nos serán de utilidad como base para comparar nuestros datos prehispánicos.

6.1.1 Agua

En cuanto a los resultados del agua (Tabla 9 y Gráfica 1) se observó que los valores de oxígeno para San Lorenzo, Loma del Zapote y alrededores van de -1.94‰ a -5.58‰ , valores que indican la cercanía del área muestreada con la costa (0‰) así como la gran desviación que éstos presentan.

La hidrología de la zona es sumamente compleja como ya se indicó anteriormente, y se requiere un estudio más profundo. Sin embargo, además de observar la dispersión de los

valores de $\delta^{18}\text{O}$ del agua colectada se pueden sugerir ciertos patrones con respecto a la aportación del río a las inundaciones:

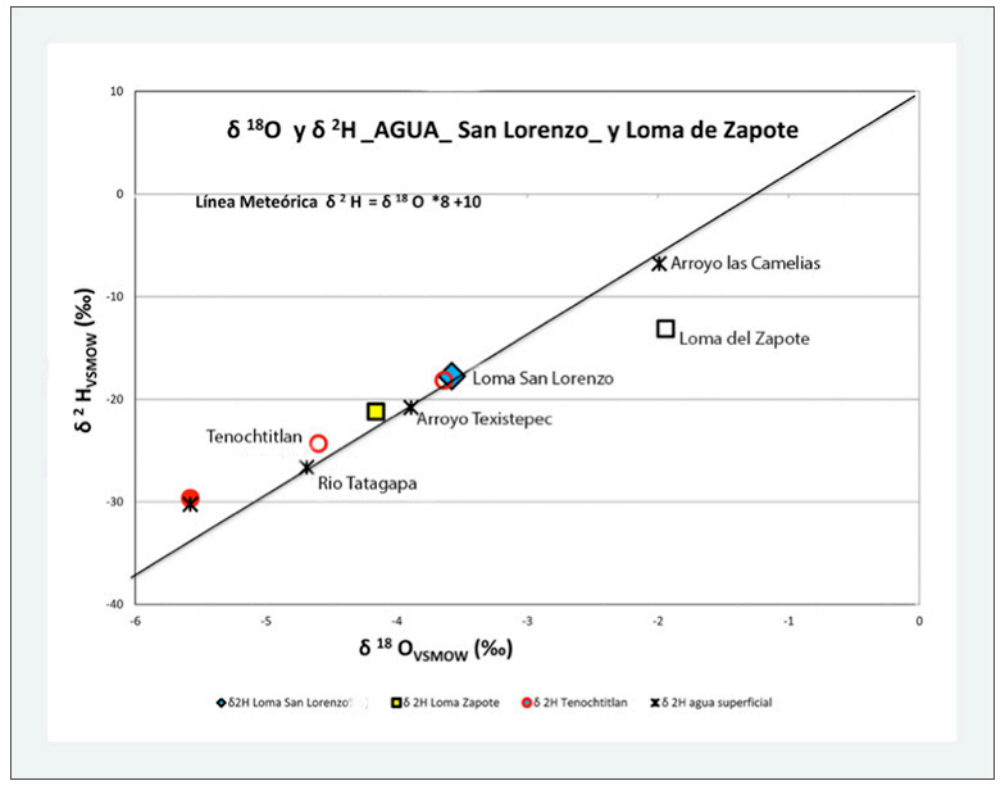
a. Los valores más positivos se encuentran durante la época de secas en el manantial de Loma de Zapote (-1.94‰) y en el arroyo de Las Camelias (-1.99‰), lo cual se puede relacionar con la lejanía del río.

b. En la época de lluvias, la $\delta^{18}\text{O}$ del agua muestreada en los lugares como Loma de Zapote (-4.16‰) y San Lorenzo (-5.58‰) puede relacionarse con las inundaciones, sugiriendo que durante la época de lluvias el río tiene una mayor contribución de agua de lugares con mayores alturas cuya composición isotópica es más negativa.

c. El punto anterior (b) se observa en las muestras de agua tomadas en un mismo sitio (Río Chiquito, en San Lorenzo Tenochtitlan) durante época de lluvias es de -5.58‰, en época de secas -4.6‰ y en un pozo de San Lorenzo en época de secas -3.64‰, en Loma del Zapote en secas (-1.94‰) y en lluvias (-4.16‰), lo que sugiere que durante la época de lluvias el río, al inundar la región, tiene una mayor contribución de agua de lugares con mayores alturas cuya composición isotópica es más negativa.

Tabla 9.- Resultados de las relaciones isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ y δH del agua contemporánea de San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas.

Clave LIE	Cuerpo de agua	Poblado	Temporada	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
A1	Arroyo Calzadas	Las Camelias	Seca	-6.79	-1.99
A2	Manantial	Loma del Zapote	Seca	-13.12	-1.94
A3	Laguna	Loma del Zapote	Seca	-17.74	-3.58
A4	Pozo casa	Tenochtitlán	Seca	-18.15	-3.64
A5	Río Chiquito	Tenochtitlán	Seca	-24.33	-4.6
A6	Río Tatagapa	Corpal	Seca	-26.64	-4.69
A7	Arroyo Correa	Texistepec	Seca	-20.79	-3.89
A253	Malecón	Minatitlán	Lluvia	-30.25	-5.58
A254	Río Chiquito	Tenochtitlan	Lluvia	-29.66	-5.58
A255	Laguna	Loma del Zapote	Lluvia	-21.21	-4.16



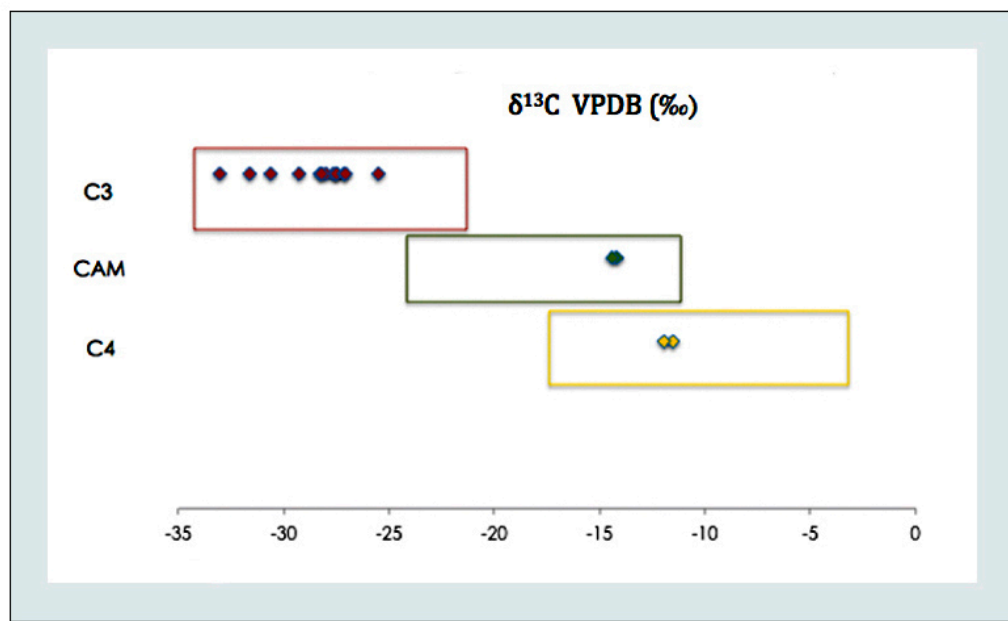
Gráfica 1.- Representación de la línea Meteorica, en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de hidrógeno y oxígeno de las localidades muestreadas. Los marcadores llenos representan época de lluvias y los vacíos épocas de secas.

6.1.2 Flora moderna

En cuanto a los resultados de flora contemporánea, (Tabla 10, Gráfica 2) se observó que los valores isotópicos de carbono van de -33.1‰ a -25.5‰ lo que indica que la mayoría de las plantas recolectadas que crecen en San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas son plantas C3, a excepción del maíz y el nopal que dieron valores correspondientes a plantas C4/CAM (-11‰ a -14‰).

Tabla 10.- Resultados de las composiciones isotópicas de nitrógeno y carbono de la flora contemporánea, expresadas aquí como valores delta con relación al *Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB)*, así como el % de C y N.

Clave LIE	Planta	Poblado	Tipo de planta	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	%N	%C
A8	Chipile	Las Camelias	C3	2.2	-30.7	7.1	48.5
A9	Quelite	Las Camelias	C3	9.2	-33.1	8.0	46.9
A10	Cacao	Las Camelias	C3	6.6	-29.3	3.1	66.3
A11	Axquiotte hojas	San Lorenzo	C3	6.2	-27.5	5.0	50.0
A12	Axquiotte ramas	San Lorenzo	C3	7.9	-25.5	4.0	44.2
A13	Yuca	San Lorenzo	C3	ND	-27.7	ND	43.0
A14	Nopal seco	Ribera	CAM	5.4	-14.2	2.7	33.1
A15	Nopal verde	Ribera	CAM	5.9	-14.4	4.3	36.0
A16	Malanga	Ribera	C3	ND	-28.3	ND	41.5
A17	Semilla calabaza	San Lorenzo	C3	7.2	-28.0	6.4	62.6
A18	Cascara calabaza	San Lorenzo	C3	5.2	-27.5	4.6	47.3
A19	Maíz sin gémula	San Lorenzo	C4	4.0	-11.5	1.6	45.0
A20	Maíz con gémula	San Lorenzo	C4	5.8	-11.9	1.9	44.0
A21	Frijol	San Lorenzo	C3	3.6	-27.2	3.8	44.9
A22	Coyol	Mapachapa	C3	0.5	-27.1	1.2	64.0
A23	Chile Chilpaya	Ribera	C3	5.6	-28.2	3.9	50.2
A24	Cilantro rancho	San Lorenzo	C3	4.0	-31.6	6.0	45.2



Gráfica 2.- Resultados isotópicos de carbono con los rangos de las plantas C3, C4/CAM, de la flora contemporánea de San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas.

6.1.3 Fauna moderna

Por otro lado, los resultados de la fauna acuática contemporánea de San Lorenzo y Loma del Zapote (Tabla 11), muestra la composición isotópica de nitrógeno y carbono en colágeno de los peces. Observando que los valores de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) van de 11.5‰ a 9.7‰ y el rango de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) va de -23.8‰ a -29.5‰, lo que implica que todos los peces modernos se alimentan de plantas C3. Recordando que se utilizaron dos técnicas diferentes para la obtención del secado del colágeno: en el horno (H) y mediante liofilización (L). Los resultados fueron iguales utilizando ambas técnicas, siendo de mayor utilidad la liofilización que el secado en horno, debido a la practicidad para su molido y procesado.

Tabla 11.- Resultados de las composiciones isotópicas de nitrógeno y carbono de fauna contemporánea.

Clave LIE	Animal	Muestra	Cuerpo de agua	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	%N	%C
A83 H	Robalo	Carne y esqueleto	Río y laguna	10.1	-25.6	13.7	53.0
A83 L				9.8	-26.3	12.2	52.1
A84 H	Bagre	Carne y esqueleto	Río y laguna	11.5	-24.7	13.0	56.3
A84 L				11.3	-25.1	12.4	55.4
A85 H	Guabina	Carne y esqueleto	Río y laguna	11.2	-26.8	15.7	50.9
A85 L				10.5	-26.9	15.4	49.0
A86 H	Mojarra Rachi-Rachi	Carne y esqueleto	Río y laguna	10.1	-27.1	14.6	49.8
A86 L				9.8	-27.1	14.3	46.8
A87 H	Mojarra negra	Carne y esqueleto	Río y laguna	10.3	-28.9	15.5	51.1
A87 L				10.1	-29.5	14.2	50.2
A88 H	Mojarra colorada	Carne y esqueleto	Río y laguna	9.7	-23.8	15.8	51.3
A88L				9.7	-23.9	15.2	48.3

6.1.4 Fauna arqueológica

En cuanto a los restos de fauna arqueológica, se tomaron muestras de cánidos ya que dentro del grupo de animales que aparecen en el registro arqueológico de San Lorenzo y Loma del Zapote, éstos destacan por su abundancia así como por la diversidad de contextos en los que aparecen.

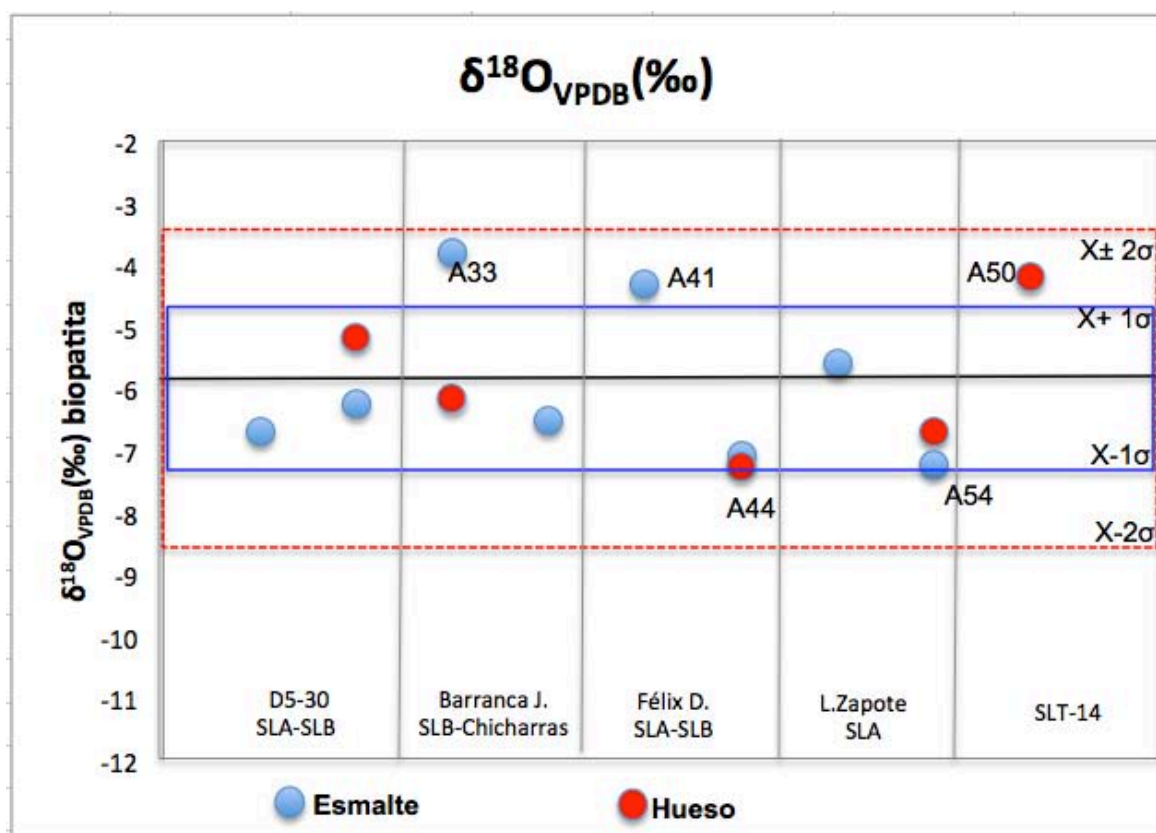
En este caso se tomaron nueve muestras (Tabla 12), aunque existe una gran cantidad de restos óseos de cánidos, se decidió tomar de San Lorenzo: dos del área doméstica D5-31 ubicada en las terrazas, dos de Barranca del Jobo -área doméstica ubicada en la cima-; dos de la parcela de Félix Domínguez- área doméstica ubicada en la periferia; una muestra del área SLT14; y dos muestras de Loma del Zapote - sitio secundario de carácter ceremonial- con el fin de poder comparar la alimentación y la procedencia de los cánidos dependiendo del área en donde se encontraron.

Si bien se han hallado distintas especies de tortugas, pocos restos de venados, muchos peces, entre otros, es importante considerar como mencionan Blanco *et al.* (2009) que, por tratarse de un animal de ámbito doméstico y silvestre, el estudio de los cánidos permite reconocer el valor que se le da a un recurso manejado y controlado por la población. Los resultados de los análisis isotópicos comprenden los esmaltes y huesos tratados con H₂O₂ de los cánidos hallados en San Lorenzo y Loma del Zapote. A los datos de los esmaltes se les aplicó una corrección de valores $\delta^{13}\text{C}$ de bioapatita de -2.3‰ y los valores en esmalte $\delta^{18}\text{O}$ se corrigieron con -1.5‰, debido a que se están comparando con huesos.

Tabla 12. Resultados de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en esmaltes de cánidos de San Lorenzo y Loma del Zapote.

Clave LIE Esmalte	Muestra	Área	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Esmalte	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ corr. Esmalte 2.3	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Esmalte	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ corre 1.5 Esmalte	Clave LIE Hueso	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Hueso	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Hueso
A25	Canido	D5-31	-4.82	-7.12	-5.02	-6.7			
A28	Canido	D5-31	-10.02	-12.32	-4.74	-6.24	A32	-9.67	-5.18
A33	Canido	Barranca del Jobo	-9.86	-12.16	-2.29	-3.79	A37	-10.60	-6.17
A38	Canido	Barranca del Jobo	-2.30	-4.60	-5.01	-6.51			
A41	Canido	P. Félix Dgz.	-7.85	-10.15	-2.81	-4.31			
A44	Canido	P. Félix Dgz.	-3.39	-5.69	-5.59	-7.09	A48	-4.96	-7.26
A51	Canido	Loma del Zapote	-11.38	-13.68	-4.10	-5.6			
A54	Canido	Loma del Zapote	-4.45	-6.75	-5.73	-7.23	A58	-8.43	-6.70
	Canido	SLT14-monumento 14					A50	-10.89	-4.20

En la siguiente Gráfica 3, podemos observar la variabilidad de los cánidos durante sus primeros años de vida en su esmalte y los últimos en huesos, no presentan ninguna correlación en cuanto al área de procedencia, entre áreas domésticas ubicadas en distintas zonas del sitio ni entre áreas ceremoniales, tampoco hay correlación con la temporalidad. Promedio $-5.9\text{‰} \pm 1.2$, por lo tanto, el rango de valores entre -4.7‰ a -7.1‰ es al que pertenecen el 68% de cánidos.

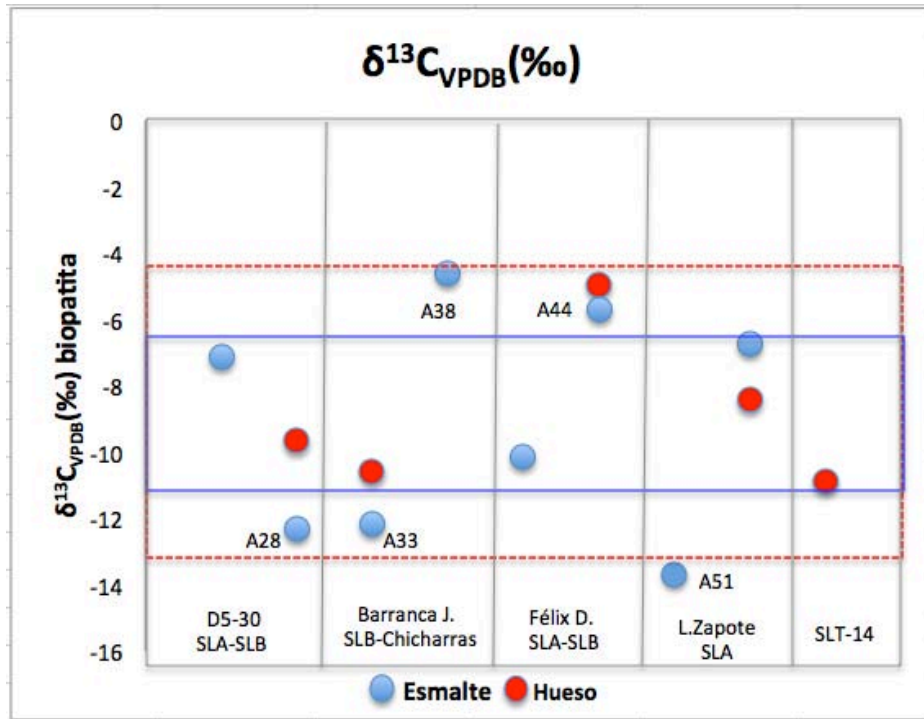


Gráfica 3.- Representación de los resultados de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ en esmaltes y huesos de cánidos de San Lorenzo y Loma del Zapote según el área y temporalidad. San Lorenzo A (SLA -1400-1200 aC.); San Lorenzo B (SLB- 1200-1000 aC.) y Chicharras (1500-1400 aC.).

La variabilidad en las relaciones isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ de la bioapatita de los cánidos tanto en huesos como en esmalte quizá se deba a la variabilidad que se presenta en el agua debido a

las cargas de las inundaciones, a que pertenecen a distintas temporalidades, a que fueron adquiridos por intercambio o que algunos no estaban domesticados. Por lo tanto, se realizaron algunos análisis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para comprobar el posible origen de los cánidos que salen del $X \pm 1\sigma$, que están en la zona #2 y cuya procedencia es dudosa. Los cánidos son: A33 de Barranca del Jobo, presenta valores en esmalte con corrección de -3.79 y -6.17‰ en $\delta^{18}\text{O}$ de hueso, lo que posiblemente indica que durante los primeros años de su vida estuvo en lugares más cercanos a la costa y creció en San Lorenzo; el cánido A41 de la Parcela Félix Domínguez, muestra valores en esmalte corregido de -4.31‰ y el cánido A50 con valores de $\delta^{18}\text{O}$ en hueso de -4.20‰ de SLT14, lo cual posiblemente indica que ambos durante los primeros y últimos años de su vida estuvieron en lugares más cerca de la costa; el cánido A44 presenta valores de $\delta^{18}\text{O}$ en esmalte con corrección de -7.09‰ y -7.26‰ en hueso, pertenece a la parcela de Félix Domínguez y se le realizó análisis de estroncio; y el cánido A54 de Loma del Zapote presenta valores de $\delta^{18}\text{O}$ en esmalte con corrección de -7.23‰ y -6.70‰ en hueso, se encuentran en el límite de la zona 1.

En la siguiente Gráfica (4) podemos observar ahora los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en esmaltes de cánido corregido con -2.3‰, tienen un promedio $-8.9\% \pm 2.4$, con un rango de valores entre -11.3‰ a -6.5‰. Lo anterior indica que la dieta del 68% de cánidos muestreados varía en un 35%.



Gráfica 4.- Representación de los valores de $\delta^{13}C$ en esmaltes (corregidos -2.3‰) y huesos de cánidos por área y temporalidad. Valores dentro rectángulo azul corresponden a zona #1, dentro del rectángulo rojo a la zona #2 y fuera del rectángulo rojo la zona #3.

Debido a la movilidad y variabilidad en el consumo de plantas, podemos decir que la mayoría de los cánidos ingirió una dieta mixta con combinación de plantas C3/C4. Observando los valores que están en la zona #2 los cánidos son: A28 cánido de D5- 31 con valores de esmalte corregido de $\delta^{13}C$ -12.32‰ y -9.67‰ en hueso, y el cánido A33 de Barranca del Jobo que consumieron más plantas C3 durante los primeros años de vida que el 68% de los cánidos; y el cánido A38 de Barranca del Jobo, posiblemente local, con valores de esmalte corregido de $\delta^{13}C$ -4.60‰ y el cánido A44, de dudosa procedencia, con valores de esmalte corregido de $\delta^{13}C$ -5.69‰ y -4.96‰ en hueso tuvieron un mayor consumo de plantas C4 durante toda su vida. Sin embargo, el cánido A51, hallado en el sitio Loma del Zapote, dentro del rango local, con valores de esmalte corregido de $\delta^{13}C$ -

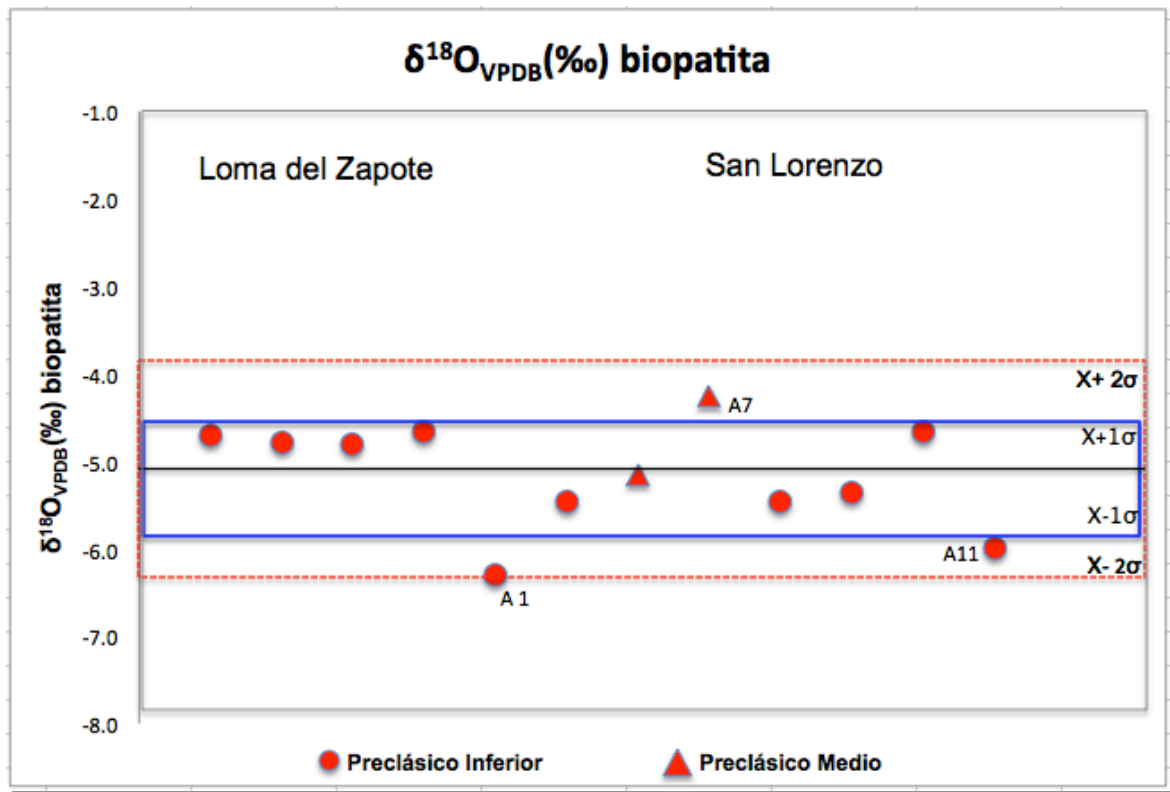
13.68‰ muestra valores atípicos con un 70% de consumo de plantas C3 durante los primeros años de vida.

6.1.5 Restos óseos de humanos prehispánicos

Las muestras prehispánicas de San Lorenzo están compuestas por restos óseos de 12 individuos, en el mejor estado de preservación posible, de distintas edades y sexo. Inicialmente para el análisis isotópico de la bioapatita de los huesos de restos humanos provenientes de San Lorenzo y Loma de Zapote se utilizó la técnica analítica descrita anteriormente, donde la materia orgánica se elimina mediante el uso de H₂O₂; sin embargo, durante la purificación de las muestras humanas de San Lorenzo se detectaron cantidades apreciables de materia orgánica que pueden ser una posible contaminación al determinar las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$. Por lo que se volvieron a procesar nuevas muestras con una técnica más agresiva que utiliza el NaOCl para eliminar la materia orgánica. Los resultados isotópicos se encuentran en la Tabla 13 y Gráficas 5, 6 y 7.

Tabla 13.- Valores de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de San Lorenzo y Loma del Zapote, usando la técnica de NaOCl.

Clave LIE	Muestra	Sitio	Análisis	NaOCl		Área
				$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	
A1-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-6.3	-6.0	P. Margarito Hdz.
A2-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-5.5	-4.3	P. Félix Dgz.
A3-M18	Humano	Loma del Zapote	Biopatita hueso	-4.7	-8.9	Las Treinta
A6-M18	Humano	Loma del Zapote	Biopatita hueso	-4.8	-8.0	Las Treinta
A181	Humano	Loma del Zapote	Biopatita hueso	-4.8	-9.57	Las Treinta
A4-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-5.2	-8.0	A3 Terraza grande
A5-M18	Humano	Loma del Zapote	Biopatita hueso	-4.7	-7.2	Las Treinta
A7-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-4.3	-8.2	A3 Terraza grade
A8-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-5.5	-5.5	A4 Ilmenitas
A9-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-5.4	-7.4	Barranca del Jobo
A10-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-4.7	-7.1	P. Herón Dgz.
A11-M18	Humano	San Lorenzo	Biopatita hueso	-6.0	-8.4	P. Alejandro Hdz.

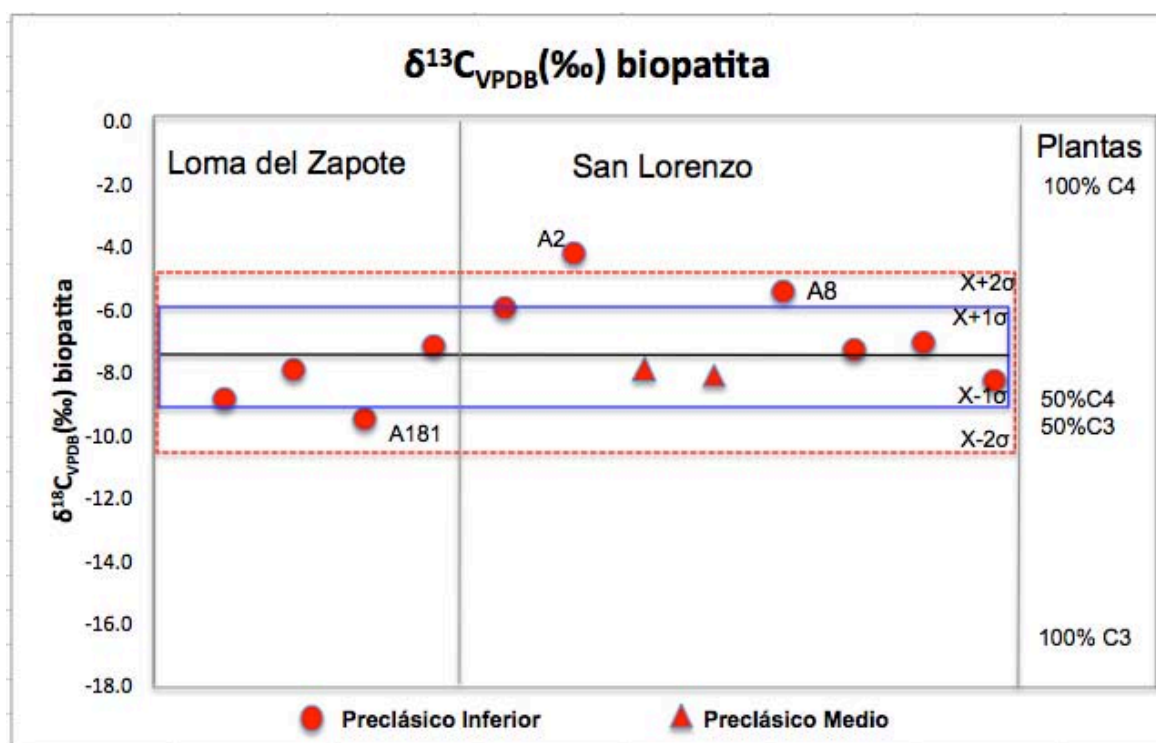


Gráfica 5.- Valores de $\delta^{18}\text{O}$ de muestras tratadas con NaOCl provenientes de individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote por área. Promedio -5.1‰ desviación estándar ± 0.6 y rectángulo azul zona del 68% de los datos, la roja es la zona #2 de datos dudosos. Los triángulos son los individuos del Preclásico Medio de A3-Terraza Grande.

Se calculó el promedio y la desviación estándar para hallar el rango local de $\delta^{18}\text{O}$ ($-5.1\text{‰} \pm 0.6$) con lo cual se consideran locales los individuos cuyos valores se encuentran dentro del rango entre -4.55‰ y -5.7‰ . Es importante hacer notar que la desviación estándar para la bioapatita de los huesos de los humanos es pequeña, menor de 1‰ y que sólo hay 3 individuos cuyos valores están en la zona #2. Estos individuos son: c A7_M18 (-4.3‰) adulto de A3 Terraza Grande, fase Nacaste (1000-800 aC.); A11_M18 (-6‰) adulto, hallado en la parcela Alejandro Hernández; y A1-M18 (-6.3‰) adulto de la parcela Margarito Hernández, al cual se le realizó análisis de estroncio. Los últimos dos pertenecen a las fases San Lorenzo A-San Lorenzo B (1400-1000 aC.). Con estos

resultados de $\delta^{18}\text{O}$, a estos individuos no es posible considerarlos migrantes pues pueden venir de zonas distintas del mismo lugar. Ya que como se mencionó anteriormente, las muestras proceden de una zona de inundaciones muy compleja que comprende muestras de varios periodos en donde hay variaciones importantes en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ tanto del agua de -1.99‰ a -5.58‰ como de la bioapatita de los cánidos de -2.29‰ a -5.7‰.

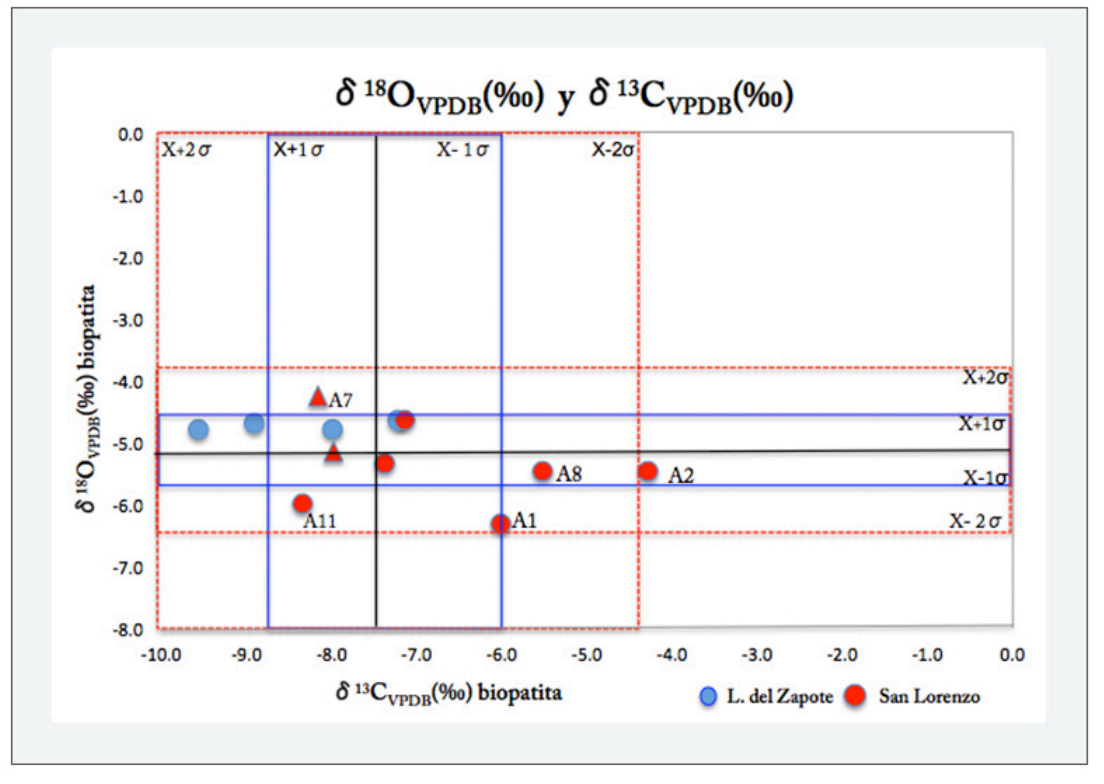
En la Gráfica 6 se muestran los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de huesos de los individuos de Loma de Zapote y San Lorenzo. El rango local de la dieta se calculó sólo con las muestras tratadas con NaOCl, el promedio (-7.4‰) y la desviación estándar (± 1.5), un rango de (-5.9‰ a 8.9‰).



Gráfica 6.- Se muestran los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de huesos de los individuos de Loma de Zapote y San Lorenzo tratados con NaOCl según las áreas muestreadas. Promedio -7.4‰ desviación estándar ± 1.5 , el rectángulo azul es la zona del 68% de los datos, la zona roja datos dudosos Los triángulos son los individuos del Preclásico Medio de A3-Terraza Grande. En la columna de la derecha se muestra la referencia de los porcentajes correspondientes a las plantas C4 y C3.

El rango de los valores de los huesos para la dieta total se encuentra en la zona #1 descrita por $X \pm 1\sigma$, que va de -7.0‰ a -8.6‰ y representa un consumo entre 65% y 55% de plantas C4/CAM. En este caso sólo hay dos individuos con valores que salen de $X \pm 1\sigma$ y pertenecen a la zona #2: uno con mayor consumo de recursos C4 que el promedio, el A181, adulto, de Loma del Zapote (-9.57‰) fase San Lorenzo B, 1200-1000 aC, y otro con menor consumo de C4, el individuo A8, adulto de la parcela Margarito Hernández (1400-1000 aC. San Lorenzo A-San Lorenzo B). Solamente el individuo A2-M18 (-4.3‰) infante, fase San Lorenzo B, 1200-1000 aC., de la parcela Felix Dóminguez, tiene un valor atípico de $\delta^{13}\text{C}$ lo que implica que consumió una cantidad de plantas C4 (85%) mayor que la población local. Posiblemente dado su estatus de infante fue alimentado con aguamiel o atole de maíz. Sin embargo, podemos notar que la mayoría de los individuos no muestran correlación en cuanto a áreas, ya sea unidades habitacionales, basurero o área ceremonial.

En las siguiente Gráfica 7 podemos observar los valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote tratados con NaOCl marcando los rangos correspondientes a $X \pm 1\sigma$ tanto para $\delta^{18}\text{O}$ como $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras de restos humanos.



Gráfica 7. Valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote tratados con NaOCl marcando los rangos correspondientes a $X \pm 1\sigma$ tanto para $\delta^{18}\text{O}$ como $\delta^{13}\text{C}$ de las muestras de restos humanos. Triángulos Preclásico Medio de A3 Terraza Grande.

Es evidente que para esta población con una cantidad de muestras tan pequeña no puede establecerse una clara correlación entre dieta total y procedencia, tres de los individuos con valores dudosos en la dieta tienen procedencia dentro del rango local.

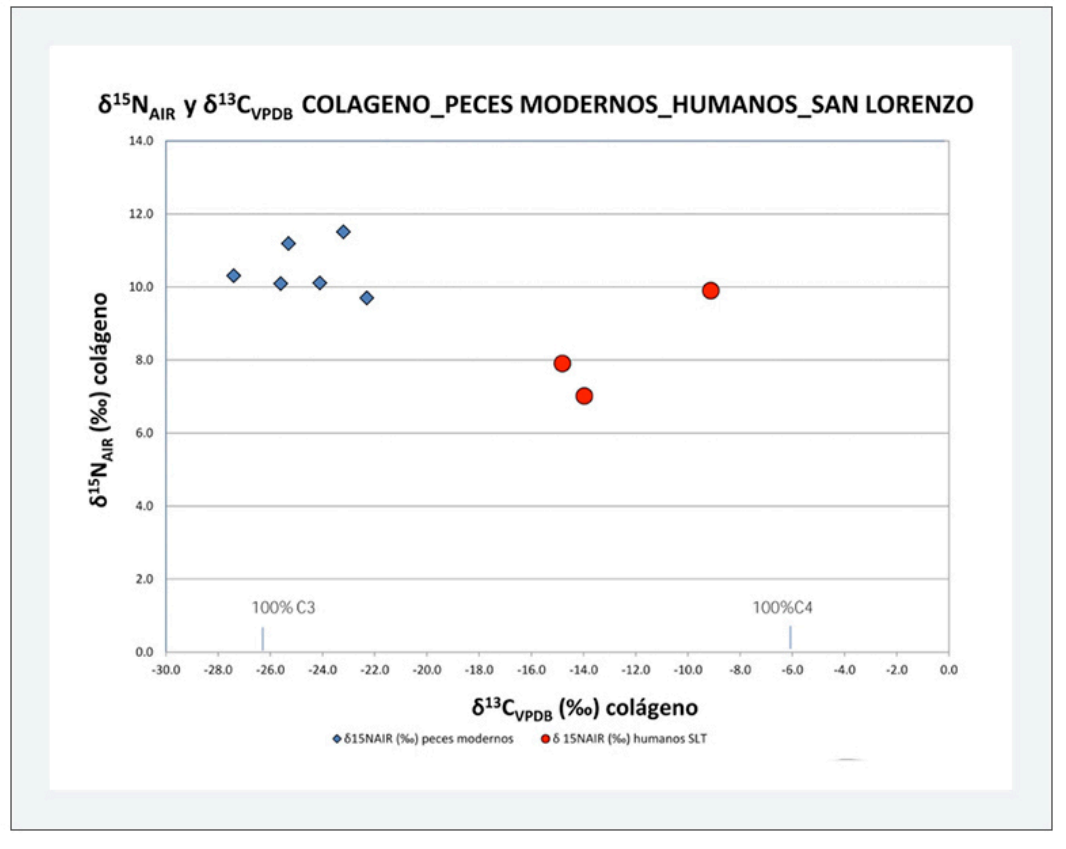
La característica de la dieta de estos individuos apoya la idea de que los habitantes desarrollaron estrategias adaptativas alternas que involucraron la diversificación de recursos de subsistencia para el consumo de una dieta mixta en lugar de especializarse en una siembra relativamente de bajo rendimiento como las plantas C4 (posiblemente maíz).

6.1.6 Colágeno

Sólo tres de las muestras analizadas tuvieron valores dentro de los rangos de los parámetros de calidad, ya que en la mayor parte de ellas no se pudo recuperar nada de colágeno. En la siguiente Tabla 14 y Gráfica 8 tenemos los resultados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ de las tres muestras de San Lorenzo y Loma del Zapote. Para darles contexto en la Gráfica incluimos los valores de los peces modernos de agua dulce muestreados aplicándoles la corrección de -1.5‰ por efecto de la quema del combustible fósil en la época industrial.

Tabla 14. Resultados de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en colágeno de tres muestras de San Lorenzo. Con la clave LIE, el tipo de muestra, el sitio, tipo de análisis y área.

Clave LIE	Muestra	Sitio	Análisis	Área	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	Corresponde a:
A30-M18	Humano	San Lorenzo	Colágeno hueso	P. Margarito Hdez.	7.01	-13.97	A1-M18
A31-M18	Humano	San Lorenzo	Colágeno hueso	P. Félix Dgez.	9.9	-9.12	A2-M18
A40-M18	Humano	San Lorenzo	Colágeno hueso	P. Alejandro Hdez.	7.89	-14.81	A11.M18



Gráfica 8.-Resultados de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ para las muestras de colágeno en humanos en comparación con peces modernos.

Podemos observar que dos de los individuos presentan una dieta proteica con valores de $\delta^{13}\text{C}$ del colágeno cercanos a -15‰ que representa una dieta mixta con 50% de recursos tipo C4 y 50% de recursos C3. El consumo de proteína animal de estos mismos individuos se encuentra en un nivel trófico III. Mientras que uno de ellos presenta nivel trófico IV, principalmente de carnívoros primarios con un rango de valores de colágeno de $\delta^{15}\text{N}$ entre 9‰ y 12‰ con una mayor ingesta de recursos C4 ya que el valor de $\delta^{13}\text{C} = -9\text{‰}$ representa una ingesta de 80% de proteína con huella isotópica tipo C4.

Es interesante, ya que la proteína animal proveniente de peces de río nos dio valores de $\delta^{13}\text{C}$ más negativos (-20‰) que indica alimentación tipo C3, que no se ve representada en

estos individuos, sino proteína con origen C4. Es difícil asegurar qué tipo de alimentación tenían los peces cuya huella isotópica luego transmitían a los humanos que los consumían. En esta área se puede considerar que además del maíz (C4) posiblemente había más recursos C4 que alimentaban a la fauna terrestre y acuática, como son algunas algas de agua dulce tipo C4, además de pastos tropicales que tiene mecanismo fotosintético C4. En los núcleos obtenidos de San Lorenzo se encontraron abundantes fitolitos de pastos C4 especie *Panacea*. Se ha reportado que estos pastos crecen en las planicies de inundación pues son resistentes a cambios bruscos como lo es la inmersión prolongada a más de un metro de profundidad de agua seguida de sequía. En la literatura también se han reportado en planicies de inundación otras especies de pastos que poseen procesos fotosintéticos C4 como *Pseudoraphis spinescaes* en Australia (Colloff *et al.* 2014); *Echinochloa* en Brazil y otras variedades de pastos de la familia *Poaceae* en Carolina del Norte . De tal manera que tanto la fauna acuática, la terrestre y las aves que consumían los humanos, pudieron tener acceso a diferentes recursos C4, no necesariamente maíz.

6.2 Tlatilco

6.2.1 Restos óseos de humanos prehispánicos

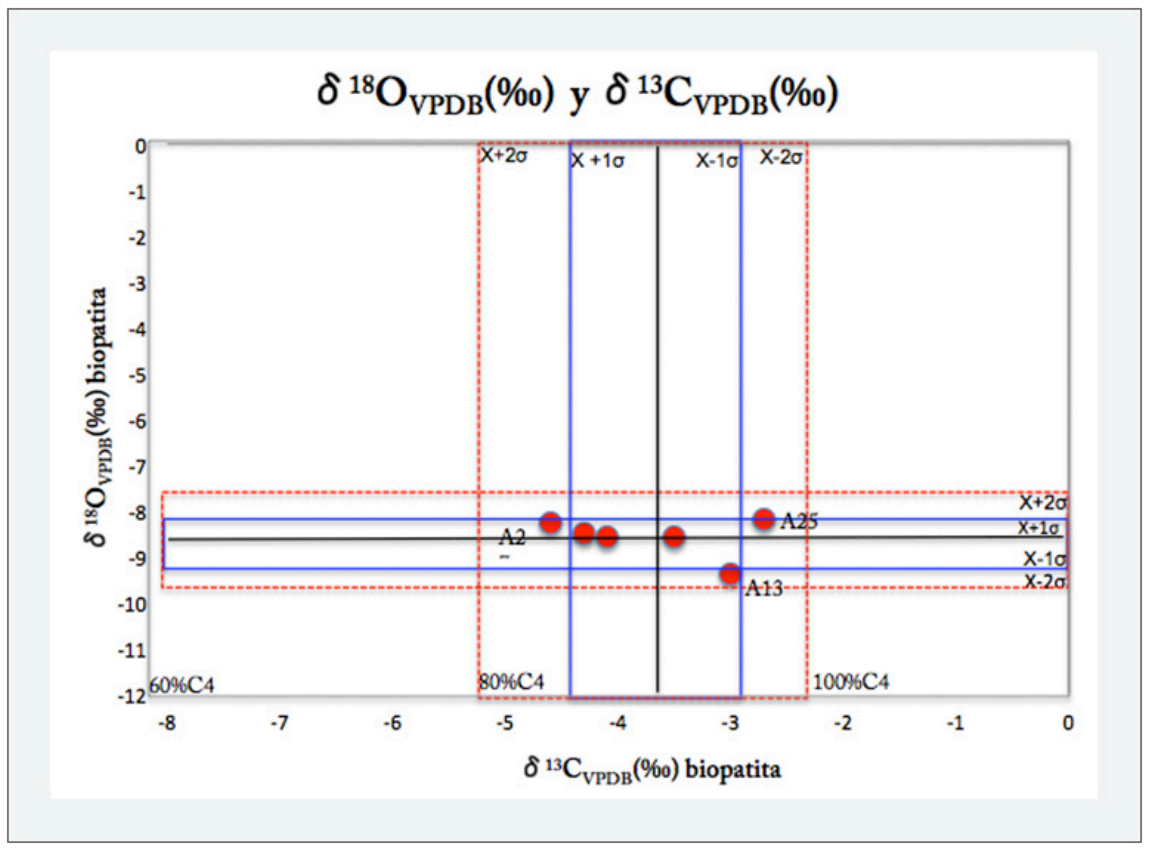
En el caso de Tlatilco, las muestras prehispánicas provienen de la Temporada IV (1962 - 1969), el contexto en el que fueron halladas corresponde al Preclásico Inferior, 1300-1000 aC., y a distintas unidades de excavación, sin embargo, no hay fechamientos de los restos óseos. Inicialmente eran 8 muestras de la Temporada IV para el análisis isotópico de los huesos de restos humanos, en ellos se utilizó la técnica analítica descrita anteriormente, donde la materia orgánica se elimina mediante el uso de H₂O₂; nuevamente durante la purificación de las muestras humanas se detectaron cantidades apreciables de materia orgánica. Por lo que se volvieron a procesar con la técnica de NaOCl para eliminar la

materia orgánica, por eso sólo nos quedaron tres muestras debido a que no había más material para repetir todas las muestras de la Temporada IV así como tres muestras de la última temporada de campo, llevada a cabo en el 2017 para un rescate en el sitio. Se obtuvo una muestra heterogénea en cuanto a sexo, edad y ubicación.

Los resultados isotópicos de ambas técnicas se encuentran en la Tabla 15. Los valores reportados de CI y %CaCO₃ de las muestras procesadas con NaOCl estuvieron dentro de los rangos establecidos que certifican que no sufrieron diagénesis. Las muestras de esta colección fueron las más escasas y con un estado de conservación muy malo por tanto mostramos en una sola Gráfica (9) la dieta total y procedencia y en otra la dieta proteica.

Tabla 15.- Resultados de las muestras de huesos humanos de Tlatilco, con la clave LIE, el tipo de muestra, sitio, temporada, la muestra que se tomó, el número de entierro, sexo, edad y los resultados de las composiciones isotópicas de oxígeno y carbono, expresadas como valores delta con relación al *Vienna PDB* (VPDB).

Clave LIE	Muestra	Análisis	H2O2	H2O2	NaOCl	NaOCl	Temporada
			$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$	
A12-M18	Humano	Biopatita hueso	-10.29	-3.89	-8.6	-3.5	IV
A13-M18	Humano	Biopatita hueso	-12.32	-3.25	-9.4	-3.0	IV
A14-M18	Humano	Biopatita hueso	-8.1	-5.73	-8.6	-4.1	IV
A25-M18	Humano	Biopatita hueso			-8.2	-2.7	2017
A26-M18	Humano	Biopatita hueso			-8.5	-4.3	2017
A27-M18	Humano	Biopatita hueso		-	-8.3	-4.6	2017



Gráfica 9.- Valores de $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de individuos de Tlatilco tratados con NaOCl. Se calculó el promedio y la desviación estándar para encontrar el rango de los valores de cada parámetro que se marcan dentro de los rectángulos. El rectángulo azul remarca la zona #1 y el rectángulo rojo la zona #2.

Con respecto a $\delta^{18}\text{O}$ se obtuvo un promedio y desviación estándar de $-8.6\text{‰} \pm 0.42$ y podemos observar que los datos tienen una desviación estándar muy pequeña lo que implica que la mayoría de los individuos vivieron en el mismo lugar y quizá en la misma temporalidad o con fuentes de agua muy estables durante el tiempo. El individuo A13-M18 (-9.4‰) es un infante masculino de 18 meses, entierro 93, cuya identidad de no-local o migrante es dudosa arrojando quizá la huella isotópica de su madre. Sin embargo, es difícil asegurar la identidad de los infantes, ya que en general sufren de enfermedades antes de morir que pueden alterar los valores isotópicos.

En cuanto a los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de la bioapatita en huesos de individuos de Tlatilco se calculó el promedio (-3.7‰) y la desviación estándar (0.7‰) para encontrar el rango local de las muestras que denota que estaban ingiriendo una dieta total entre 84% y 93% de plantas C4 /CAM. El individuo A25-M18, adulto, al cual se le realizó análisis de estroncio, muestra un consumo del 100% de Plantas C4 y el individuo A27-M18, adulto, muestra un consumo aproximadamente del 80% de plantas C4.

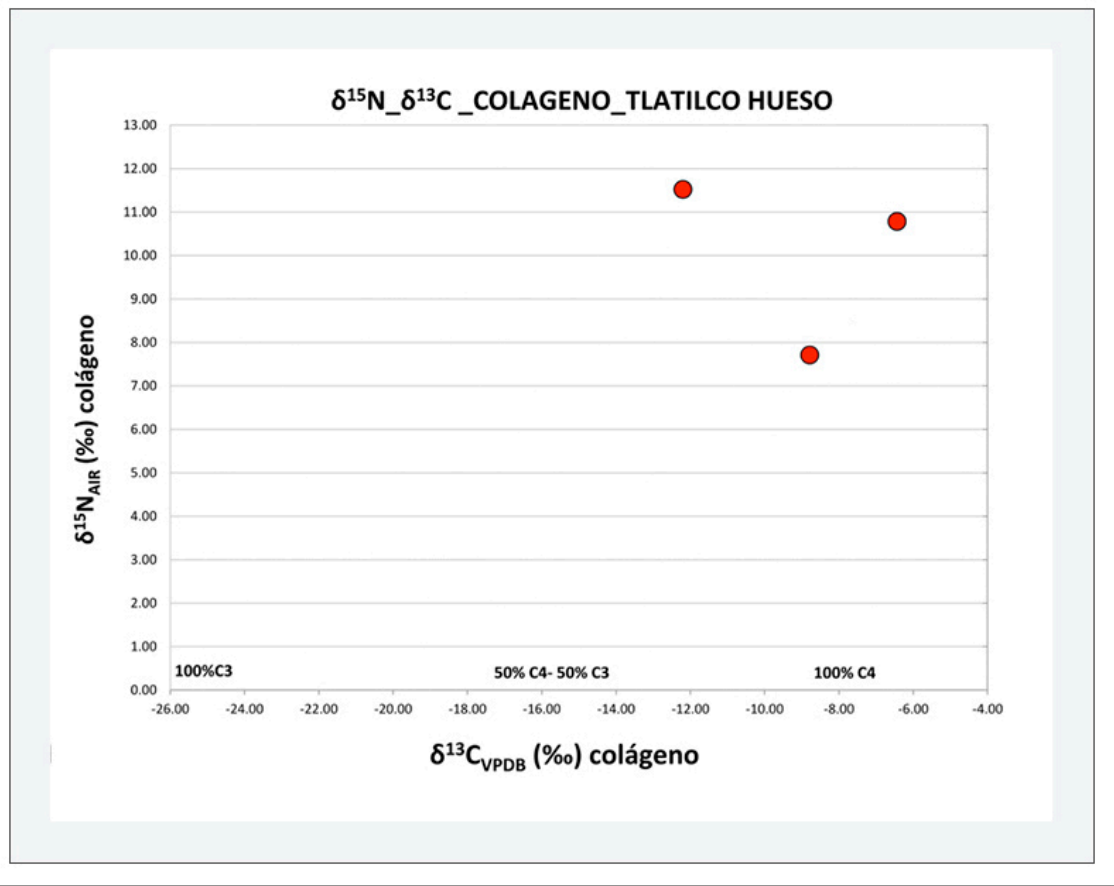
Tomando en cuenta los trabajos arqueobotánicos del Valle de Tehuacán y las características paleoambientales del sur y centro de la Cuenca, los investigadores piensan que Tlatilco se desarrolló tempranamente dentro una economía esencialmente agrícola de plantas C4, como el amaranto, que fue de las primeras plantas manipuladas en el sur de la cuenca de México, y evidentemente el maíz.

Colágeno

En las siguiente Tabla (16) y Gráfica (10) tenemos los resultados de $\delta\text{C}^{13}_{\text{VPDB}}$ y $\delta\text{N}^{15}_{\text{AIR}}$ en colágeno de tres muestras de Tlatilco. Las cuales son todas las que salieron con valores dentro del rango sin diagénesis.

Tabla 16. Resultados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ en colágeno de tres muestras de Tlatilco.

Clave LIE	Análisis	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	Corresponde a:
A41-M18	Colágeno hueso	8.2	-9.06	A12-M18
A42-M18	Colágeno hueso	10.86	-6.75	A13-M18
A43-M18	Colágeno hueso	11.11	-12.34	A14-M18



Gráfica 10. Gráfico con la representación de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ del colágeno del hueso de tres individuos de Tlatilco.

Podemos observar que dos de las muestras tuvieron un consumo de proteína animal que las ubica en un nivel trófico IV, principalmente de carnívoros primarios con un rango de valores entre 9‰ y 12‰, y el individuo A41-M18, entierro 8, adulto, con valores de $\delta^{15}\text{N}$ (8.2‰) que presenta un nivel trófico III tuvo una dieta con poca proteína animal probablemente su dieta era principalmente de herbívoros con valores entre 6‰ y 9‰. Los isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ representando en la dieta total, con valores que van de -3.0‰ a -4.6‰ nos indican que los individuos muestreados tuvieron un alto consumo de plantas C4. Lo cual apoya las hipótesis anteriores, de que Tlatilco se desarrolló dentro una economía

esencialmente agrícola de plantas C4 que posiblemente se utilizaban para alimentar a animales domesticados.

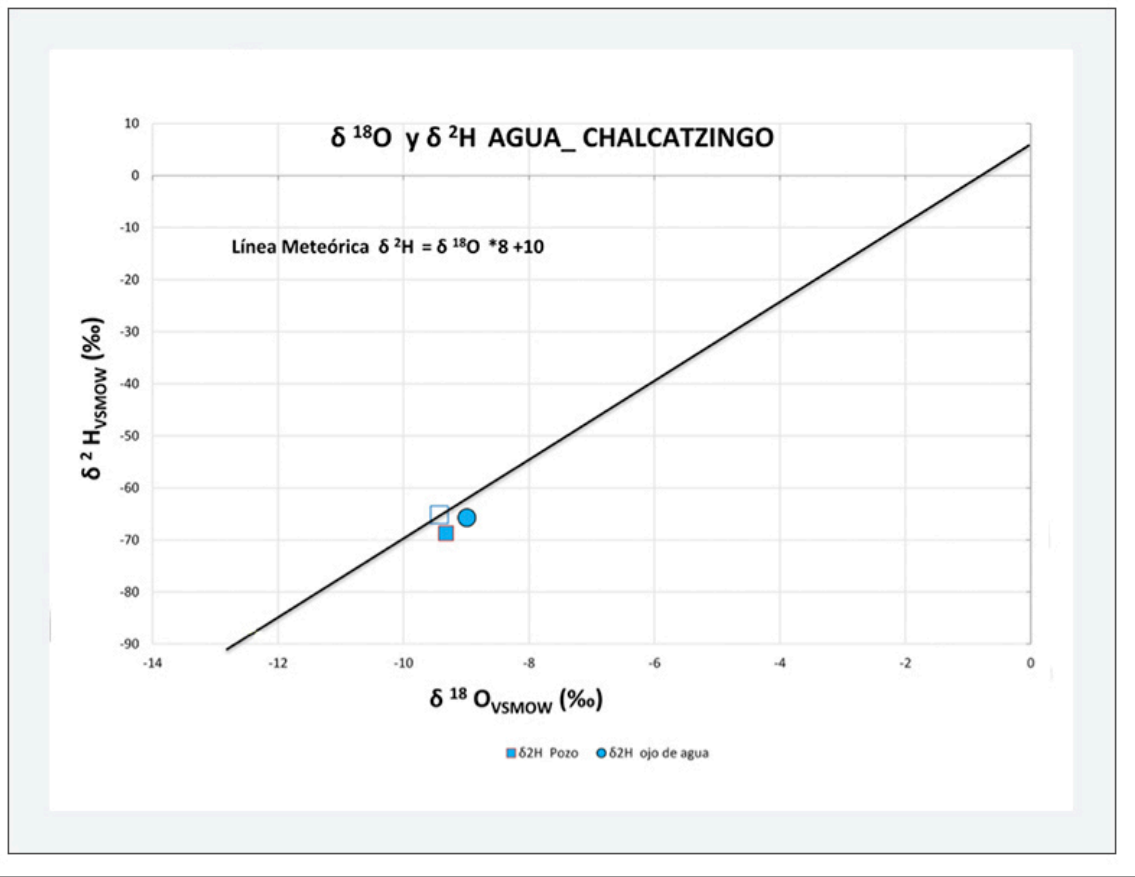
6.3 Chalcatzingo

6.3.1 Agua

En cuanto a los resultados del agua de Chalcatzingo (Tabla 17, Gráfica 11) se observó que los valores isotópicos de oxígeno en agua van de -8.99‰ a -12.44‰, los cuales indican la lejanía del área muestreada con la costa (0‰) y con San Lorenzo -5‰. Podemos observar que el agua de pozo de la casa no varía mucho entre la temporada de lluvias (-9.32‰) y la de secas (-9.43‰), y que coincide con el valor del ojo de agua que es de (-8.99‰). En cuanto a los valores del pozo del museo, muestran variación durante distintas estaciones y, debido a que le agregan una gran cantidad de cal por cuestiones de limpieza, se decidió no tomarlos en cuenta.

Tabla 17- Resultados de las muestras de agua contemporánea Chalcatzingo, con la clave LIE, el cuerpo de agua que se tomó, el poblado, la temporada y los resultados de las composiciones isotópicas de hidrógeno y oxígeno se expresan aquí como valores delta con relación al *Vienna Standard Mean Ocean Water* (VSMOW), el cual es un patrón de agua que define la composición isotópica del agua dulce.

Clave LIE	Cuerpo de agua	Temporada	$\delta^2\text{H}_{\text{VSMOW}}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}(\text{‰})$
A100	Pozo museo	Seca	-67.97	-10.41
A101	Pozo casa	Seca	-65.17	-9.43
A250	Ojo de agua	Lluvia	-65.75	-8.99
A251	Pozo casa	Lluvia	-68.74	-9.32
A252	Pozo museo	Lluvia	-86.43	-12.44



Gráfica 11.- Representación de la línea Meteórica, en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de la delta de hidrógeno y oxígeno estables de Chalcatzingo.

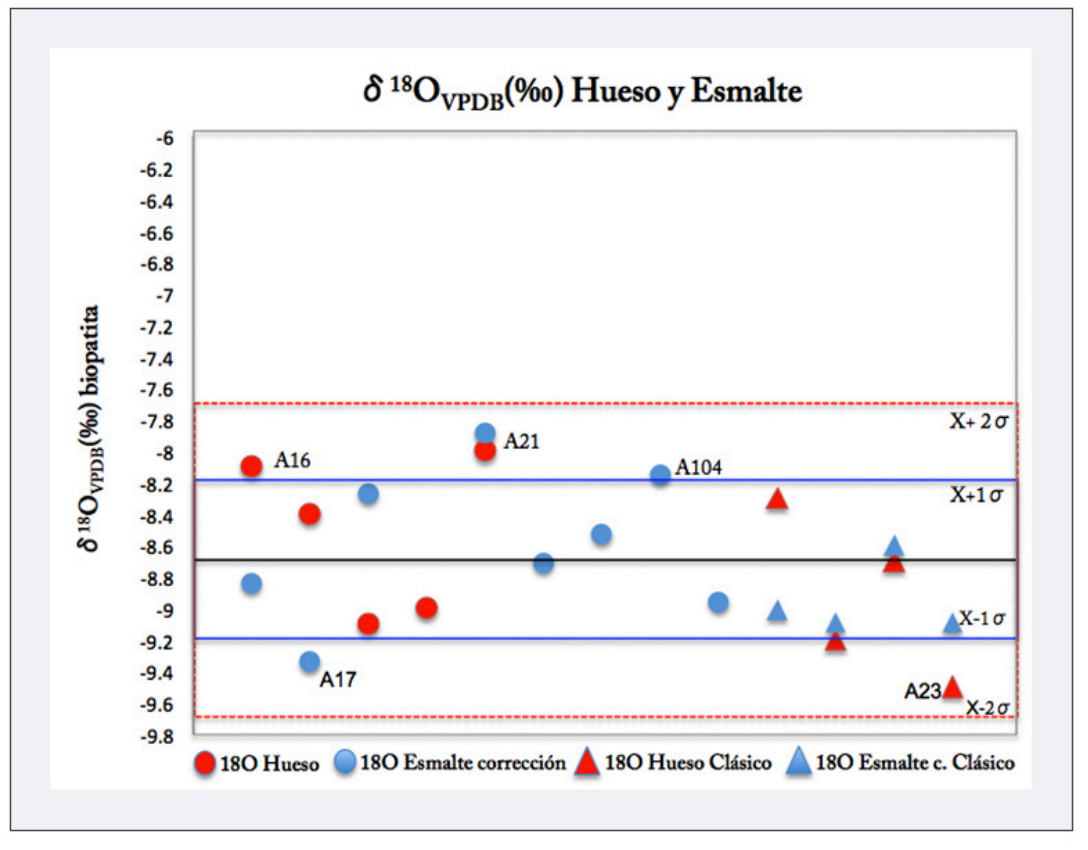
6.3.2 Muestras prehispánicas Chalcatzingo

En cuanto los análisis isotópicos de los individuos de Chalcatzingo tanto las dentinas como los huesos carecieron de colágeno, sin embargo, en nueve individuos se pudo realizar análisis de bioapatita en esmaltes y huesos. Este sitio tiene la ventaja de poder asociar a los individuos a un estatus social y de contar con un análisis anterior de isótopos realizado en la Universidad de California San Diego UCSD para poder comparar los resultados.

En la Tabla 18 y Gráfica 12 se muestran los valores de $\delta^{18}\text{O}$ de los esmaltes con corrección de -1.5‰ indicado por Warinner 2010, ya que se comparan con los resultados de $\delta^{18}\text{O}$ en hueso.

Tabla 18.- Resultados de las muestras de esmaltes y huesos humanos de Chalcatzingo, con la clave LIE, el tipo de muestra, área, los resultados de las composiciones isotópicas de oxígeno y carbono, así como la corrección de esmalte -1.5‰ y -2.3‰ respectivamente, expresadas como valores delta con relación al estándar *Vienna PDB* (VPDB).

Clave LIE Hueso	Muestra	Área	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Hueso	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Hueso	Clave LIE Esmalte	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Esmalte	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ corr. 2.3 Esmalte	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ Esmalte	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}(\text{‰})$ corre 1.5 Esmalte
A16-M18	Human o	Plaza central	-2.7	-8.1	A101	-1.21	-3.5	-7.34	-8.84
A17-M18	Human o	PC4 lado sur	-4.0	-8.4	A106	-2.63	-4.93	-7.84	-9.34
A18-M18	Human o	T-25 altar	-3.8	-9.1	A108	-2.07	-4.4	-6.77	-8.27
A19-M18	Human o	U. habitacional	-3.4	-9.0					
A21-M18	Human o	T-25 altar	-3.1	-8.0	A107	-1.8	-4.1	-6.39	-7.89
-	Human o	U. habitacional	-	-	A 97	0.21	-2.5	-7.21	-8.71
-	Human o	U. habitacional	-	-	A100	-1.34	-3.6	-7.03	-8.53
-	Human o	T-25 altar	-	-	A104	-2.98	-5.2	-6.65	-8.15
-	Human o	U. habitacional	-	-	A105	-1.91	-4.2	-7.46	-8.96
A15-M18	Human o	T. 20	-2.3	-8.3	A98	-0.43	-2.73	-7.51	-9.01
A20-M18	Human o	T.20	-4.5	-9.2	A99	-2.46	-4.76	-7.59	-9.09
A22-M18	Human o	T.20	-3.9	-8.7	A109	-2.1	-4.4	-7.1	-8.6
A23-M18	Human o	T.20	-4.6	-9.5	A103	-1.73	-4.03	-7.59	-9.09



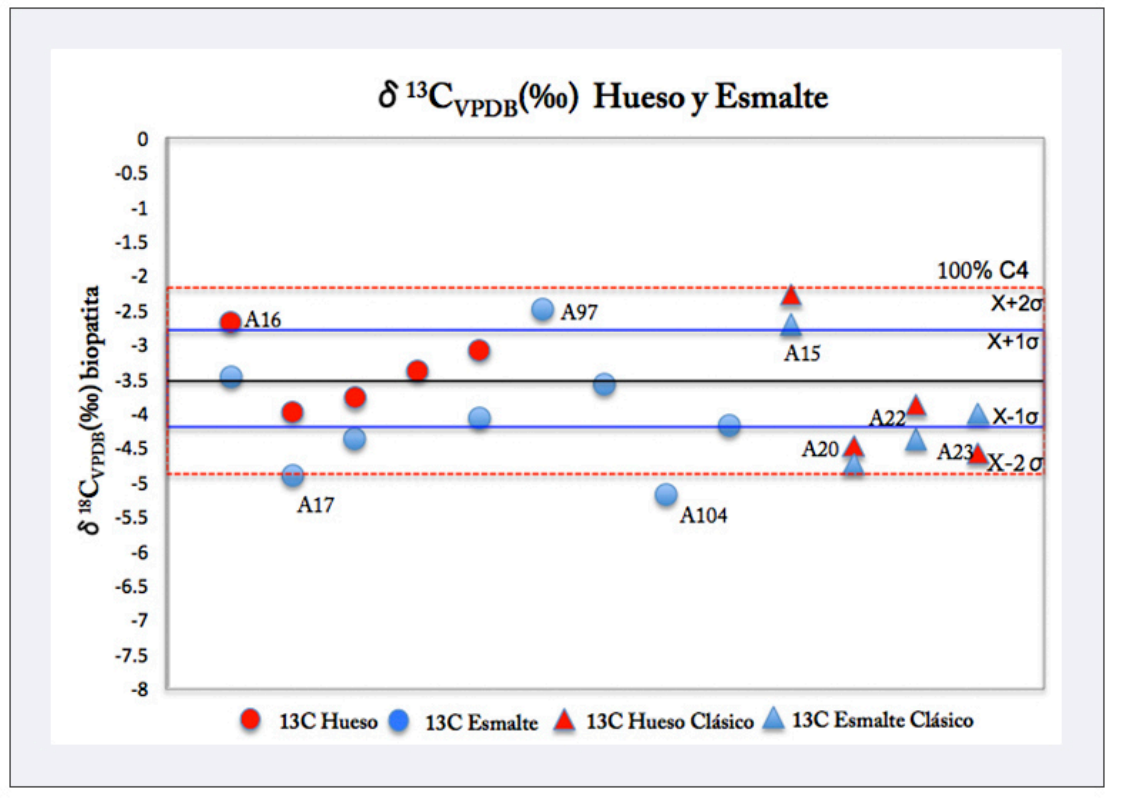
Gráfica 12.- Valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ de huesos y esmaltes de restos óseos humanos de Chalcatzingo. Los rectángulos muestran el rango establecido por $X \pm 1\sigma$ en azul y por $X \pm 2\sigma$ en rojo. Los triángulos indican los individuos del periodo Clásico.

Siguiendo la metodología propuesta se calculó el promedio (-8.7‰) y la desviación estándar (0.52‰) para hallar el rango de la huella local de $\delta^{18}\text{O}$ para hueso (-8.2‰ a -9.2‰), mientras que para esmalte, sin corrección, promedio ($-7.2 \text{‰} \pm 0.4 \text{‰}$) lo que da entre -7.6‰ a -6.8‰ y para esmalte con corrección de -1.5‰ que es con la que se compara en las gráficas es de -8.34‰ a -9.01‰ (Promedio $-8.7\text{‰} \pm 0.4 \text{‰}$). De tal manera que una vez aplicada la corrección al esmalte se puede observar que la mayoría de los individuos de nuestras muestras vivieron en el mismo lugar durante su infancia y edad adulta y no cambió su fuente de abastecimiento de agua.

Sin embargo, hay individuos que presentan valores dudosos dentro de la zona #2, que pueden representar a individuos locales ingiriendo agua de fuentes ligeramente distintas, o ser foráneos. Estos individuos son: A16-M18, de la Plaza Central, F. Cantera (700-500 aC.) (hueso -8.1‰, esmalte corregido -8.84‰); el individuo A21-M18 (hueso -8‰, esmalte corregido -7.89‰) al cual se le realizó análisis de estroncio y el individuo A104 pertenecientes a la Terraza -25 hallado alrededor del altar "olmeca" de la fase Cantera (700-500 aC.) (esmalte corregido -8.15‰), el individuos A17-M18 Preclásico de la unidad habitacional PC4 (hueso -8.4‰, esmalte corregido -9.34‰); y el individuo A23 - M18 de la Terraza 20, del periodo Clásico, (hueso -9.2‰, esmalte corregido -9.09‰). Sin embargo ningún individuo tuvo valores en la zona #3 y menos con valores $\delta^{18}\text{O}$ cercanos a la costa o a San Lorenzo y Loma del Zapote.

En la siguiente Gráfica (13) podemos observar los resultados de $\delta^{13}\text{C}$, se calculó el promedio (-3.5‰) y la desviación estándar (± 0.78 ‰) para hallar el rango de la huella local de $\delta^{13}\text{C}$ para hueso, la cual es de (-2.8‰ a -4.2‰). Mientras que, para esmalte, con corrección de -1.5‰ con la que se compara en las gráficas es de -3.2‰ a -4.8‰ (Promedio -4.02‰ ± 0.8 ‰).

De tal manera que una vez aplicada la corrección al esmalte se puede observar que durante los primeros años de vida la mayoría de los individuos de nuestras muestras de Chalcatzingo tuvieron valores de $\delta^{13}\text{C}$ lo que implica una dieta con un consumo entre el 85% y el 100% de plantas C4/CAM, posiblemente con la mayor parte de maíz



Gráfica 13.- Valores de $\delta^{13}C$ en esmaltes y huesos tratados con NaOCl. de individuos de Chalcatzingo. Marcando los rangos correspondientes a $X \pm 1\sigma$ para $\delta^{13}C$. Los triángulos indican los individuos del periodo Clásico.

Se observa que los individuos A16-M18 (-2.7‰) hueso, (-3.5‰) esmalte corregido, hallado en la Plaza Central de la fase Cantera (700- 500 aC.); el individuo A97 (-2.5‰ esmalte corregido) de la fase Cantera (700- 500 aC.) de la Unidad habitacional PC4 y el individuo A15- M18 del periodo Clásico con valores de (-2.3 en hueso y 2.73 en esmalte corregido) encontrado en la Terraza 20, presentan un mayor consumo de plantas C4, del 90 al 100%.

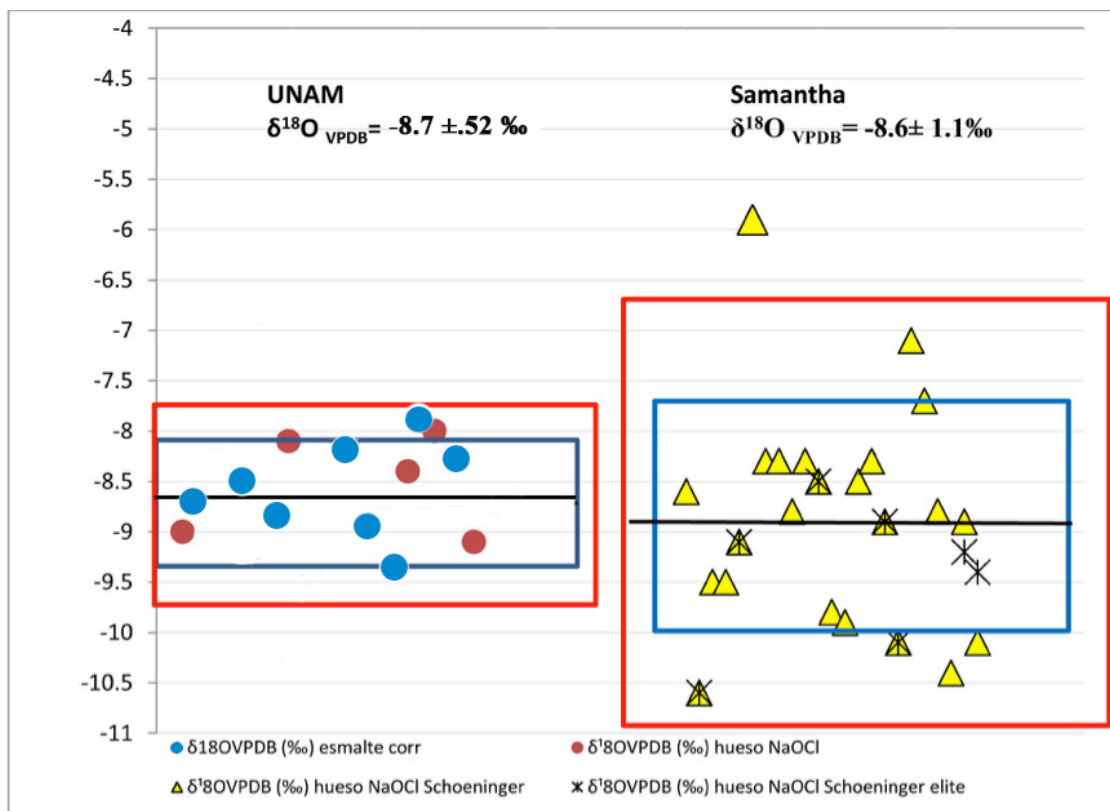
También podemos observar que los individuos A17-M18 (-4.0‰ hueso, - 4.93‰ esmalte corregido) del Preclásico Inferior (1200-1000aC.) de la unidad habitacional PC4, los individuos A20- M18 (-4.5‰ hueso, -4.7‰ esmalte corregido), A22 -M18 (-

3.9‰ hueso, -4.4‰ esmalte corregido) y A23 - M18 (-4.6‰ hueso y -4.03‰ esmalte corregido) de la Terraza 20, del periodo Clásico, muestran valores con un consumo mayor de plantas C3 en comparación con los demás.

Por otro lado, el individuo A104 (-5.2 ‰), esmalte corregido, perteneciente a la Terraza 25, hallado alrededor del altar olmeca, es el único que presenta un mayor consumo de plantas C3 durante sus primeros años de vida en comparación con los demás individuos de nuestra muestra, se encuentra en la zona#3.

En la Gráfica 14 se muestran los valores de la composición isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ de los huesos y esmaltes de individuos de Chalcatzingo realizados en dos laboratorios distintos. La muestra de individuos excavada por Margaret Schoeninger y David Grove fueron analizados en la Universidad de California San Diego UCSD y reportados en la tesis de maestría de Samantha Streuli (2016), la cual se describe en el capítulo II Isótopos estables, mientras que nuestras muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM.

En esta comparación de datos entre los dos laboratorios se incluyen las tres zonas descritas con anterioridad, en donde se observa que a la primera zona pertenecen 68% de los individuos de la población que se considera local, la segunda zona es una zona difícil de definir cuyos resultados pueden o no ser foráneos y a la zona tres pertenecen los datos que se les llama anómalos, atípicos o extremos y para el caso de procedencia, no locales. Por lo tanto, en los resultados de las relaciones isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ en hueso de la UNAM no hay individuos foráneos; en cambio, en la colección de UCSD se observa un individuo, un infante. Es importante mencionar que los individuos hallados dentro del altar "olmeca" y que Streuli (2016) analizó, dieron valores locales para Chalcatzingo.

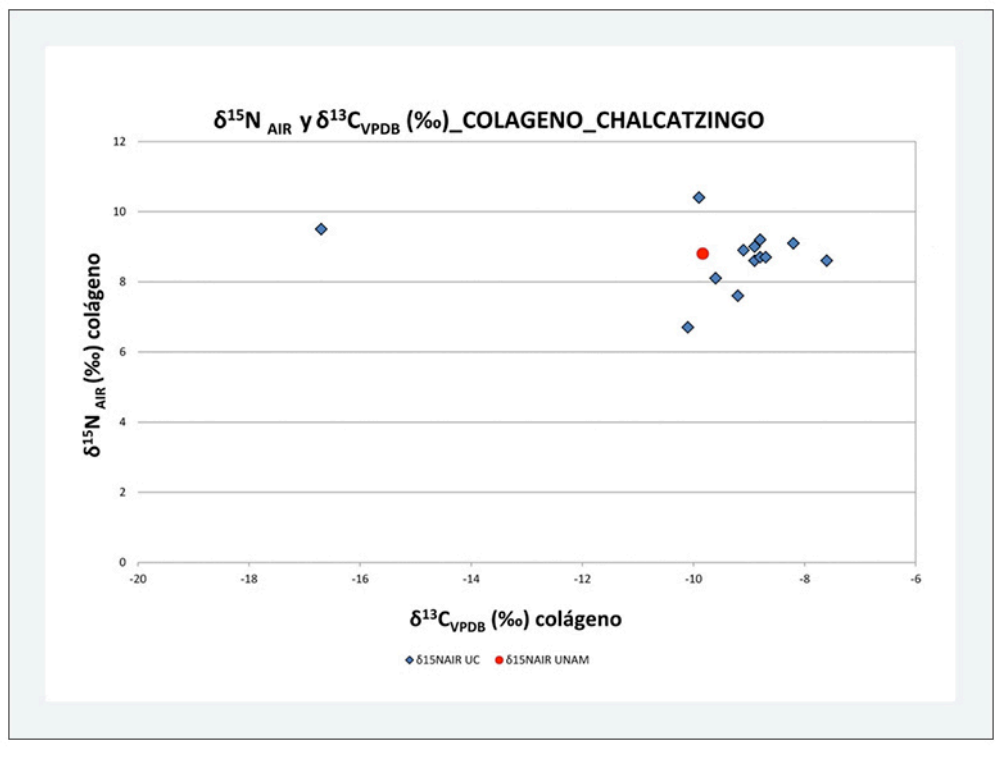


Gráfica 14.- Comparación de $\delta^{18}\text{O}$ en huesos y esmalte con -1.5‰ corrección entre resultados en la UNAM con resultados de hueso de Samantha Streuli en UCSD (2016).

Por otro lado, los promedios de $\delta^{18}\text{O}$ de los dos conjuntos de muestras una vez referidos al mismo patrón, coinciden demostrando la validez de los procedimientos analíticos y análisis de ambos laboratorios. Hay que notar, sin embargo, que la desviación estándar del conjunto de UCSD es el doble que la del UNAM.

6.3.3 Colágeno

Como ya mencionamos con anterioridad, desafortunadamente sólo se pudo obtener colágeno de una muestra, A15- M18, de origen local, cuyo valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (-8.74‰) y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (9.23‰) del colágeno se muestra en la Gráfica 15 con los valores isotópicos de colágeno reportados por UCSD.



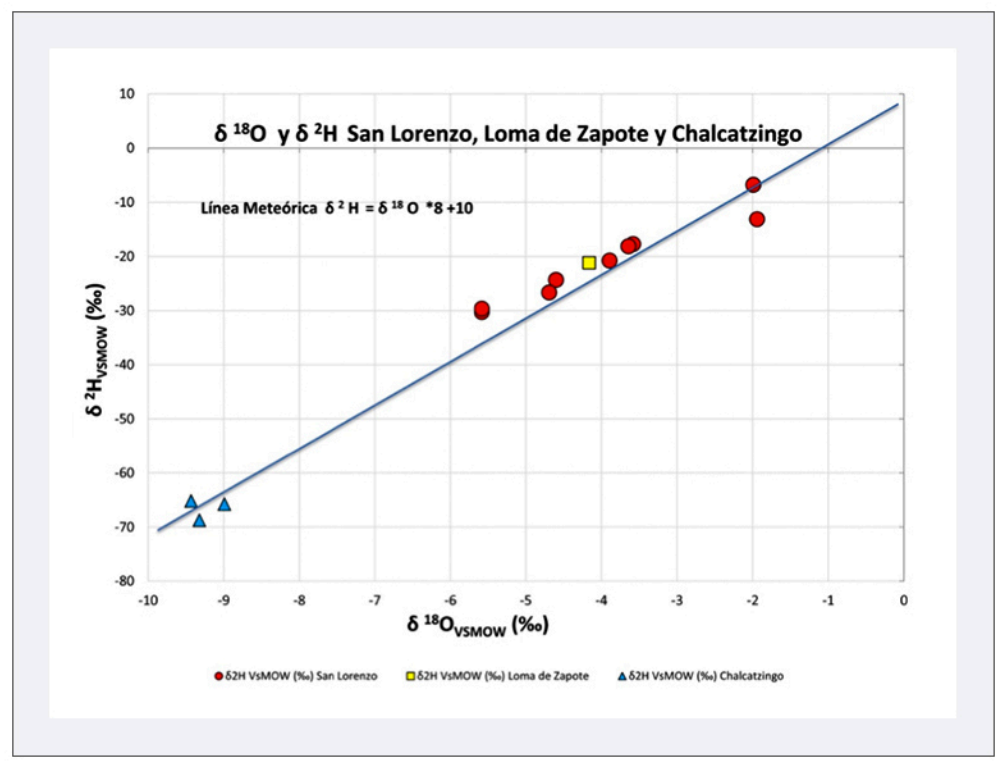
Gráfica 15. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de Chalcatzingo analizados en la UNAM y en UCSD por Streuli (2016).

Los valores del colágeno de las muestras de hueso analizadas en UCSD y en la UNAM indican que la dieta proteica de los individuos de Chalcatzingo estaba compuesta de entre 80% y 90% de recursos tipo C4. Esto es, que probablemente estaban consumiendo proteína proveniente de caza pequeña e insectos alimentados de pastos C4 y plantas CAM, incluso de maíz en las milpas, y de animales domesticados alimentados de maíz, ya que su nivel trófico es de carnívoros con $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ promedio de 9‰.

6.4 Comparación entre los sitios San Lorenzo, Loma de Zapote, Tlatilco y Chalcatzingo

6.4.1 Agua

En cuanto a los resultados del agua en San Lorenzo, Loma del Zapote y áreas cercanas (Gráfica 16) se observó un promedio de las composiciones isotópicas de oxígeno que van de - 1.94‰ a - 5.58‰, los cuales indican la cercanía del área muestreada con la costa, dependiendo de la época en que se recolectó el agua y que difiere de otras áreas como el Altiplano Central. Las muestras contemporáneas de Chalcatzingo se encuentran en un rango de -9‰ a -10‰, lo que permite distinguir la presencia de migrantes en las distintas regiones ya que hay una diferencia de 5‰ entre los sitios

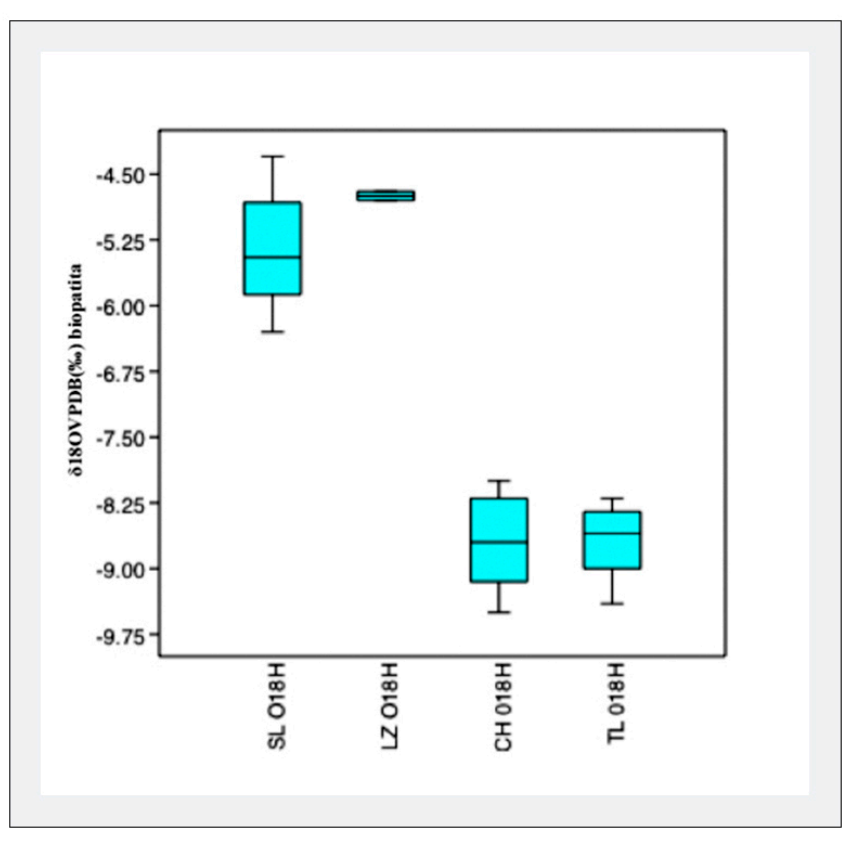


Gráfica 16.- Representación de la línea meteórica en donde se observa la ubicación de los valores de las composiciones isotópicas de la $\delta^2\text{H}$ y la $\delta^{18}\text{O}$ de San Lorenzo, Loma del Zapote, áreas cercanas y Chalcatzingo, con una diferencia de cinco partes por mil (5‰).

6.4.2 Método estadístico no-paramétrico para $\delta^{18}\text{O}$

En las siguientes Gráficas podemos observar las comparaciones de los resultados isotópicos obtenidos de los cuatro sitios y descritos anteriormente para contribuir con algunas propuestas a las preguntas iniciales de la introducción.

Comenzaremos con los resultados de $\delta^{18}\text{O}$ de los huesos humanos de San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco utilizando el método estadístico no paramétrico del programa SPSS. En la Gráfica 17 se muestran las cajas correspondientes al análisis estadístico del programa SPSS.

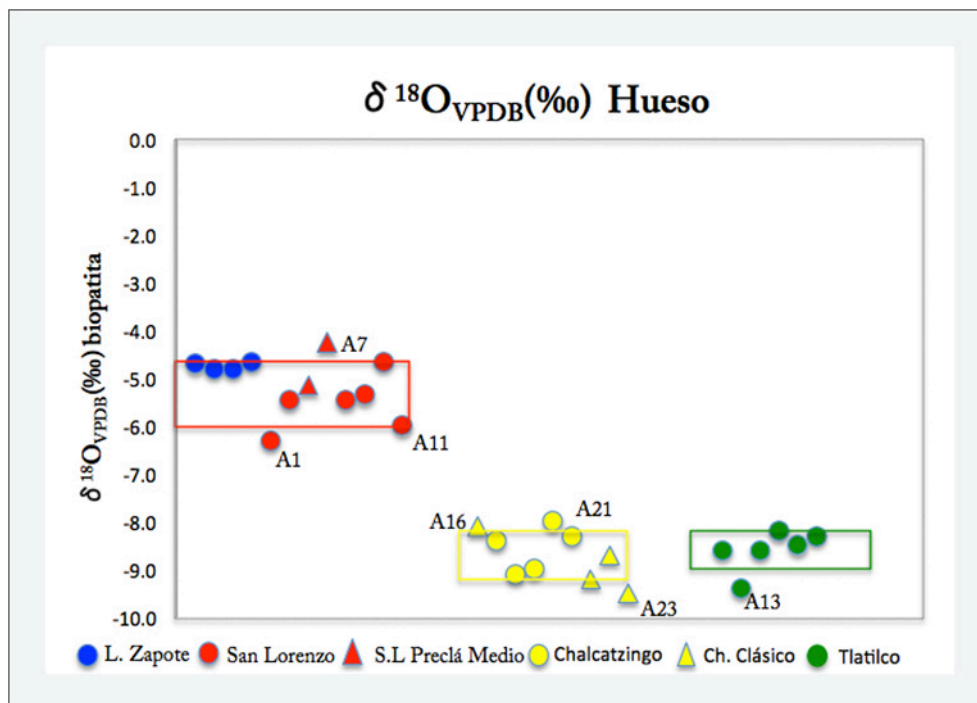


Gráfica 17.- Representación de las cajas de los valores $\delta^{18}\text{O}$ correspondientes a los huesos y esmaltes de humanos en San Lorenzo (SL18O), Loma del Zapote (LZ 18O), Chalcatzingo (CH18O) y Tlatilco (TL 18O) según la estadística no paramétrica.

6.4.3 Método estadístico de desviación estándar para $\delta^{18}\text{O}$

En la Gráfica 18 se muestran los valores de $\delta^{18}\text{O}$ de los individuos de los sitios que se discutieron en los incisos anteriores analizándolos con respecto al método de desviación estándar. Los resultados de las muestras que se utilizaron en el análisis son comparables ya que son de huesos preparados y medidos con la misma técnica de NaOCl y están reportados con respecto al mismo patrón internacional. Para tener mayor precisión y resolución en la determinación de la procedencia de los individuos analizados utilizamos ahora la metodología estadística propuesta de rangos locales definidos dentro del intervalo $X \pm 1\sigma$

Se puede observar que todos los datos se encuentran dentro de las cajas o rangos locales y que hay una clara diferencia entre los sitios. Los individuos de San Lorenzo y Loma de Zapote tienen valores cercanos a la costa mientras que los de Chalcatzingo y Tlatilco tienen valores semejantes al Altiplano a una altura a 2000 metros sobre el nivel del mar. Por otro lado, ningún individuo de San Lorenzo se encuentra dentro de los valores del Altiplano, ni viceversa. Todos presentan la huella local o cercana al sitio en donde fueron hallados.

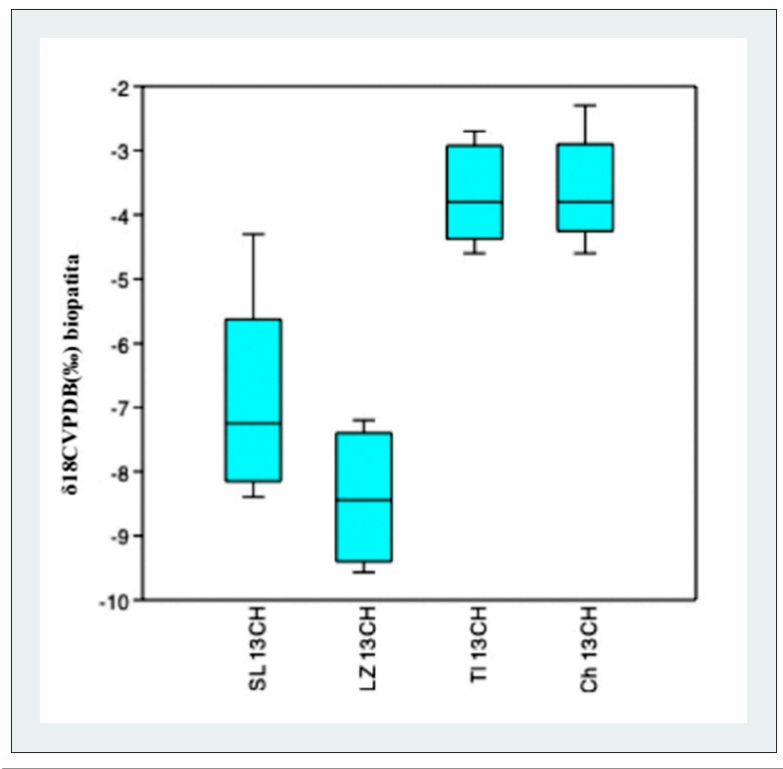


Gráfica 18.- Valores $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ de huesos humanos de San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco. Se marcan los promedios y los rangos locales, así como los valores dudosos de cada sitio.

Nuevamente, pero con mayor detalle, se observa que ni en los individuos muestreados en Chalcatzingo ni en los de Tlatilco se encuentran individuos de San Lorenzo y Loma de Zapote. Sin embargo, para reforzar esta hipótesis se muestran en la Gráfica 21 los análisis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ que se realizaron a las muestras con valores dudosos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$.

6.4.4 Método estadístico no-paramétrico para $\delta^{13}\text{C}$

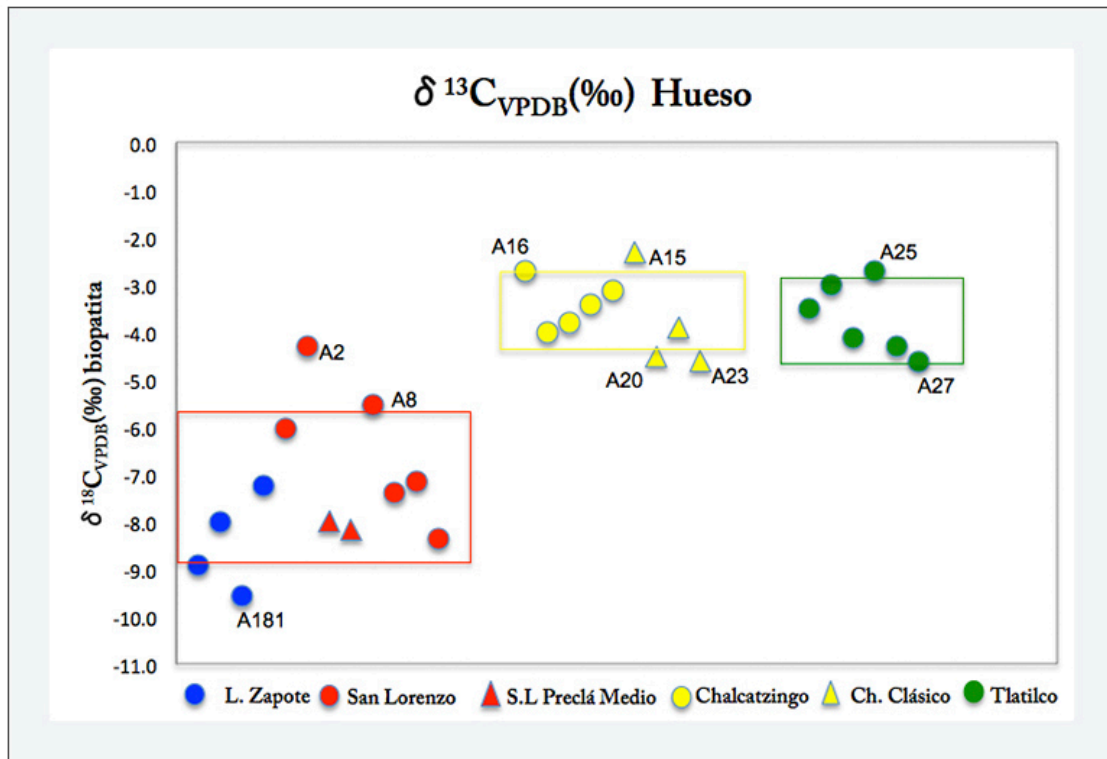
En la siguiente Gráfica (20) podemos observar las comparaciones de la dieta consumida por los individuos de los cuatro sitios, comenzando con los resultados de $\delta^{13}\text{C}$ en huesos de humanos en San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco utilizando la técnica estadística paramétrica no lineal. Mostrando una diferencia significativa entre los sitios de la costa y los del Altiplano.



Gráfica 19 Gráfico de cajas donde se muestra que existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de San Lorenzo (SL13C), Loma del Zapote (LZ13C), Chalcatzingo (CH13C) y Tlatilco (TL13C) de $\delta^{13}\text{C}$.

6.4.5 Método estadístico de desviación estándar para $\delta^{13}\text{C}$

En la siguiente Gráfica (20) se puede observar claramente que el consumo durante los últimos años de vida de los individuos de los cuatro sitios es distinta, en San Lorenzo y Loma del Zapote observamos un consumo entre el 50% y 65% de plantas C4 y en tres individuos con valores dudosos presentan un consumo entre el 65% y 80% de C4, mientras que en Tlatilco y Chalcatzingo presentan entre un 80% a 100% de consumo de plantas C4/CAM, posiblemente maíz.



Gráfica 20.- Representación de los valores $\delta^{13}\text{C}$ de en huesos y esmaltes de humanos en San Lorenzo, Loma del Zapote, Chalcatzingo y Tlatilco.

En cuanto al consumo de plantas C3- C4/CAM podemos ver una disparidad entre los individuos de sur de la costa del Golfo y del Altiplano, en donde el consumo de plantas C4 posiblemente maíz era mayor en Chalcatzingo y Tlatilco que en San Lorenzo y Loma del Zapote.

En cuanto a la distribución por área en cada sitio resultó muy uniforme, sin un patrón definido entre áreas habitacionales, altares o de culto. En el caso de la distribución por sexo y edad no se cuenta con la mayoría de los datos por el mal estado de conservación. Sin embargo, observamos que la dieta es más uniforme para Chalcatzingo y Tlatilco y con mayor variabilidad para Loma del Zapote y San Lorenzo.

6.5 Resultado de composición isotópica de estroncio

Los análisis isotópicos de $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ se realizaron en algunos de los esmaltes y huesos de las muestras cuyos análisis de $\delta^{18}\text{O}$ tuvieron valores dudosos según los incisos anteriores. La técnica analítica para purificar y concentrar el estroncio se describe en Schaff *et al.* 2012.

Una vez tratadas las muestras, las relaciones isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ se midieron con un espectrómetro de masas con fuente iónica térmica marca THERMO SCIENTIFIC MODELO TRITON PLUS en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), Instituto de Geofísica, UNAM. El TRITON cuenta con nueve colectores Faraday ajustables y cinco contadores iónicos. Todas las mediciones se hicieron de manera estática.

Las muestras de Sr (Tabla 19) se cargaron como cloruros sobre filamento doble de renio y se midieron como iones metálicos. En cada corrida se analizaron 60 relaciones isotópicas para Sr. El software integrado arroja *outliers* dependiendo de la estabilidad de la señal durante la adquisición de datos. Los valores ($1\text{sd} = \pm 1\sigma_{\text{abs}}$) se refieren a los errores durante la medición en los últimos dos dígitos. $1 \text{ SE(M)} = 1\sigma_{\text{abs}}/\text{raíz } n$. Todas las relaciones isotópicas de Sr se corrigieron por fraccionamiento de masas vía normalización a $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$. Valores del LUGIS para el estándar NBS 987 (Sr): $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710253 \pm 12 (\pm 1\sigma_{\text{abs}}, n = 81)$. El blanco analítico obtenido en el tiempo de los análisis de las muestras de este trabajo resultó: 0.37 ng Sr (blanco de química).

Tabla 19. Resultados de las relaciones isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Clave LIE	Muestra	Sitio	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Referencia Price <i>et al.</i> 2009	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Resultados	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Áreas con esos valores (Price <i>et al.</i> 2009)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ (‰) Hueso	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ (‰) corre 1.5 Esmalte
A1-M18	Humano	Chalcatzingo	Chalcatzingo 0.7047	0.704728	Chalcatzingo	-8.3	-9.01
A21-M18	Humano	Chalcatzingo	Chalcatzingo 0.7047	0.704654	Otumba, Teotihuacan, Altiplano.	-8.0	-7.89
A44	Cánido	San Lorenzo	San Lorenzo 0.7083	0.707750	Tajín, Calakmul, Bonampak	-4.96	-7.09
A37	Cánido	San Lorenzo	San Lorenzo 0.7083	0.708343	San Lorenzo	S/D	S/D
A1-M18	Humano	San Lorenzo	San Lorenzo 0.7083	0.708388	San Lorenzo	-6.3	-
A5-M18	Humano	Loma del Zapote	San Lorenzo 0.7083	0.708120	La Venta	-4.7	-
A74	Humano	Tlatilco	Referencia Teotihuacán - 0.7046	0.704458	Altiplano	S/D	-
An25-M18	Humano	Tlatilco	Referencia Teotihuacán - 0.7046	0.704417	Altiplano	-8.2	-

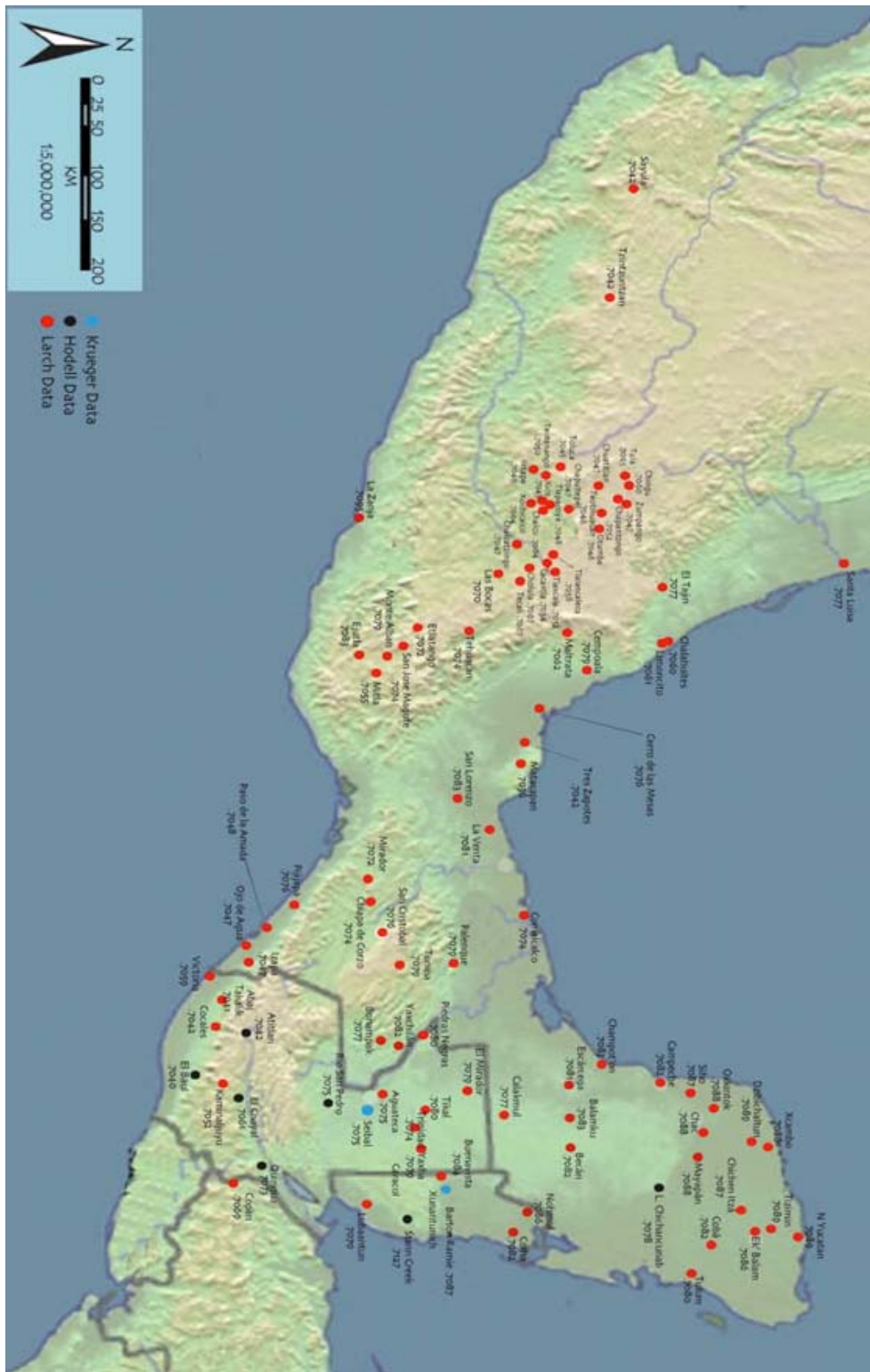


Figura 33. Mapa con los referentes de $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ de Price *et al.* 2010.

De acuerdo a los resultados de la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de los dos individuos muestreados de Chalcatzingo, el individuo A15-M- 18 hallado en la Terraza 20, del período Clásico, y cuyo análisis de las relaciones isotópicas del $\delta^{18}\text{O}$ presentó un valor dentro de la zona #1 de -8.3‰, la cual podría indicar que es local, tuvo resultados $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.704728$ que Price *et al.* 2009 identifican para suelos del área de Chalcatzingo, por lo que podríamos decir que es local. Mientras que el individuo A21-M18, perteneciente a la Terraza -25, hallado alrededor del altar "olmeca" de la fase Cantera (700-500 aC.), el cual es dudoso identificar, se ubica en la zona # 2 con una huella isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ (-8.0‰) y una relación isotópica de Sr (0.704654), ambos valores muy cercanos a los de Chalcatzingo, aunque de acuerdo con Price *et al.* 2009 podría ser local o provenir de lugares como Otumba o Teotihuacan.

En cuanto a los resultados de la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en cánidos de San Lorenzo, observamos que el cánido A43 que presentó valores locales de $\delta^{18}\text{O}$ (-4.96‰) en las relaciones isotópicas de Sr, muestra valores (0.707750) que para Price *et al.* 2010 podría provenir de áreas como Tajín, Calakmul, Bonampak. Mientras que el cánido A37 del que lamentablemente no se tiene valor de $\delta^{18}\text{O}$, presenta valores de Sr (0.708343) locales.

En cuanto a los humanos de San Lorenzo y Loma del Zapote podemos observar que el individuo A1-M18 adulto, de la parcela Margarito Hernández, fases San Lorenzo A-San Lorenzo B (1400-1000 aC.), tiene valores en la zona #2 de $\delta^{18}\text{O}$ (-6.3‰) pero los resultados isotópicos de Sr (0.708388) de acuerdo a Price *et al.* 2010 corresponden a valores locales para San Lorenzo. De la misma manera el individuo A5-M18 hallado en el área de Las Treinta de Loma del Zapote, adulto de la fase San Lorenzo B 1200-1000 aC. que presentó un valor de - 4.7‰ en $\delta^{18}\text{O}$ y que aún se encuentra en el límite de la zona #1

por lo cual se interpretó como local, mostró valores $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.708120$, lo cual de acuerdo a Price *et al.* 2009 podría denotar valores locales o aun de áreas muy semejantes como La Venta, Tabasco.

En el caso de Tlatilco, ambos individuos A74 y A25- M18 que mostraron un valor dentro de la zona #1 local (-8.2‰), presentan valores de Sr 0.704458 y 0.704417 para suelos del Altiplano (Price *et al.* 2010).

En este capítulo pudimos observar detenidamente los resultados de las muestras contemporáneas de San Lorenzo, Loma del Zapote y Chalcatzingo, las muestras prehispánicas de los cuatro sitios y compararlas entre ellas. Si bien en las muestras de cada sitio sí podemos encontrar individuos cuya procedencia es dudosa, ésta pudo ser definida como local o de áreas cercanas mediante relaciones isotópicas de Sr, observando que ni entre los individuos muestreados en Chalcatzingo ni entre los de Tlatilco se encuentran individuos de San Lorenzo y Loma de Zapote, ni viceversa. También observamos variabilidad en el consumo de plantas C4/C3 dentro de cada población, al compararlas podemos observar grandes diferencias en la dieta en cuanto a la cantidad de consumo de plantas C4/C3, reforzando la idea como menciona Ávila (2016:17) que la selección de los recursos alimentarios que cada grupo realiza es influenciada por el ambiente que habita y se halla sometida a parámetros culturales que la determinan de una u otra forma.

CAPÍTULO VII

CONSIDERACIONES FINALES

“Los isótopos son algo así como un misterioso lenguaje oculto, escrito en cada uno de los compuestos químicos y compuestos comunes que circulan en la biosfera. Vivimos rodeados de isótopos, en un mar de información de isótopos. Los elementos y sus isótopos circulan en la biosfera en general, pero también en todos los sistemas ecológicos más pequeños sistemas de plantas, animales o suelo” (Fry, 2006).

Como mencionamos en un inicio, nuestro interés radicó en conocer y aportar información sobre las polémicas de procedencia y dieta en el Preclásico Inferior y Medio. Nuestra muestra (restos óseos y dentales), representativa de cuatro poblaciones, nos ha permitido estudiar las hipótesis previamente establecidas, las cuales hablan de la posibilidad de contacto directo entre los individuos del Altiplano Central y la costa del Golfo, así como el considerar al maíz como base de subsistencia de las poblaciones mesoamericanas.

En cuanto a la dieta, se ha estandarizado la idea de la dependencia del maíz, considerando la estrecha relación entre el cultivo de granos y el surgimiento de las sociedades complejas, sin tomar en cuenta que el medio ambiente es una variable crítica que cada cultura transforma. Es decir, investigamos si durante el periodo Preclásico los individuos de la costa del Golfo y del Altiplano consumieron las mismas o distintas dietas debido a las diferencias en medio ambiente ecológico y cultural en el que se encontraban.

Por otro lado, investigaciones pretéritas han propuesto que el origen de los olmecas del sur de la costa del Golfo surgió en distintos lugares: Guerrero (Covarrubias 1957), Morelos (Piña Chan 1955), Oaxaca (Wicke 1971) y la costa del Pacífico (Graham 1982). Incluso hay quienes proponen que el lugar de origen fue en la sierra de los Tuxtlas (Heizer 1968). Sin embargo, Grove (1974), Sharer (1982) y Cyphers (2012: 28) proponen que la larga secuencia ininterrumpida en San Lorenzo indica un desarrollo *in situ*. Aceptando

esta hipótesis, investigamos las características de las influencias o contactos entre los olmecas del Golfo, específicamente los habitates de San Lorenzo y Loma del Zapote, y los habitantes del Altiplano Central de México, específicamente las poblaciones de Chalcatzingo y Tlatilco donde se ha encontrado evidencia de estos contactos en aspectos ideológicos y culturales.

Para responder estas polémicas y apoyar nuestras propuestas se reconstruyó el tipo de dieta por medio de las relaciones de isótopos de carbono y nitrógeno de los restos óseos de individuos encontrados en los sitios de San Lorenzo, Loma del Zapote, Tlatilco y Chalcatzingo, así mismo se infirió el lugar de procedencia por medio de las relaciones de isótopos de oxígeno y estroncio.

En el caso de San Lorenzo y Loma del Zapote es importante resaltar el grado de dificultad de estos análisis. Este radica principalmente en dos problemáticas: una respecto al mal estado preservación de los huesos y la segunda con respecto a la hidrología del lugar. Se contó con una muestra de restos óseos muy pequeña constituida por un grupo heterogéneo de individuos en cuanto a temporalidades, sexo y edad y con mucha alteración diagenética. Esta alteración se dio tanto por la antigüedad como por las continuas inundaciones, las cuales fomentaron la actividad de los microorganismos que destruyen el colágeno y la recristalización de la bioapatita. Si bien se analizaron cerca de 100 muestras de distintos tejidos de los mismos individuos, sólo 27 muestras tuvieron valores dentro de los rangos establecidos por las pruebas de calidad de CI, % de CaCO_3 , C/N y % de colágeno que establecen que no hay alteraciones diagenéticas y que los resultados son confiables.

$\delta^{18}\text{O}$ y Movilidad

Con respecto a la hidrología, cabe mencionar nuevamente que la determinación del lugar de procedencia de un individuo se basa en la determinación de la $\delta^{18}\text{O}$ de la bioapatita de su esmalte dental o del hueso ya que está se relaciona con la $\delta^{18}\text{O}$ del agua que ingieren los individuos. Salvo alguna excepciones, el agua ingerida por una población es el agua de lluvia local, cuyo valor es característico del lugar geográfico y se mantiene relativamente constante a través de largos periodos de tiempo ya que depende de condiciones constantes del lugar como la altura, distancia al mar, temperatura y humedad relativa.

Sin embargo, en lugares como San Lorenzo y Loma del Zapote el agua al que tuvieron acceso los individuos pudo haber tenido diferentes orígenes además del agua de lluvia local. Las inundaciones frecuentes, donde los cauces y profundidades de los ríos cambian con las estaciones y con el tiempo, aportan agua cuyo origen no es local. También los tributarios en las montañas o el agua de manantiales pudieron haber tenido sus áreas de recarga a diferentes alturas de las montañas cercanas.

La complejidad de este sistema hidrológico puede explicar el amplio rango de 5‰ en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ del agua muestreada en la región (de -1.99‰ a -5.58‰) así como en los esmaltes de los canidos (de -2.29‰ a -5.7‰).

Aunque este sistema seguramente no tiene las mismas características que hace 4000 años ya que estudios realizados por el PASLT demostraron que, en el Preclásico, el perfil longitudinal de los ríos era más profundo porque han existido modificaciones antropogénicas y tectónicas. Pero es difícil predecir qué efecto tuvieron las inundaciones en las fuentes de las cuales los individuos extraían el agua que ingerían. De manera sorprendente el promedio de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ de la bioapatita de los huesos de los individuos muestreados -5.1‰, tuvo una desviación estándar pequeña 0.6‰ y sólo tres individuos

A7_M18 (-4.3‰); A11_M18 (-6‰) y A1-M18 (-6.3‰) tuvieron valores de $\delta^{18}\text{O}$ pertenecientes a la zona #2 cuyos valores ponen en duda su origen local como se comentó en capítulos anteriores. Sin embargo, mediante relaciones isotópicas de estroncio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ la muestra A1_M18 (.708388) comprobó su origen local con el valor de 0.7083 descrito por Price *et al.* 2009 para San Lorenzo.

En cambio, el individuo A5-M18 hallado en el área de Las Treinta de Loma del Zapote, adulto de la fase San Lorenzo B 1200-1000 aC. que presentó un valor de - 4.7 ‰ en $\delta^{18}\text{O}$ y que aún se encuentra en el límite de la zona #1 por lo cual se interpretó como local, mostró en estroncio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ valores de 0.708120, lo cual, de acuerdo a Price *et al.* (2009) es un valor para áreas como La Venta, Tabasco. La pequeña diferencia en el valor de $\delta^{18}\text{O}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre La Venta y San Lorenzo puede ser por tener geología y geografía similares, por lo cual requiere un mayor muestreo para poder distinguirlos. Por tanto queda la duda si el individuo A5 vivió en San Lorenzo o en La Venta durante los últimos años de su vida.

De acuerdo a los criterios estadísticos establecidos podemos sugerir que la huella isotópica local de San Lorenzo y Loma del Zapote para el Preclásico obtenida a partir de los individuos muestreados es de -5.1‰ con respecto al patrón VPDB. También es importante resaltar que la mayoría de los individuos analizados, incluyendo aquellos hallados en contextos funerarios como lo son Loma del Zapote, un individuo de A3 Terraza Grande y los individuos A4 Ilmenitas presentaron valores de $\delta^{18}\text{O}$ dentro del rango de la huella local.

Por otro lado, los resultados en cánidos de San Lorenzo, como se ha comentado, fueron muy variables. Así, el cánido A43 que presentó valores locales con $\delta^{18}\text{O}$ de (-4.96 ‰), fue el único que claramente es foráneo de acuerdo a los valores de las relaciones de Sr,

0.707750, que corresponden según lo reportado por Price *et al.* (2010) de áreas como Tajín, Calakmul, Bonampak. Esto podría indicar de un posible intercambio de fauna con otras áreas. Mientras que el cánido A37 del que lamentablemente no se tiene valor de $\delta^{18}\text{O}$, presenta valores de Sr (0.708343) locales.

Por otra parte, la bioapatita de los huesos de los individuos de Chalcatzingo tienen un promedio para $\delta^{18}\text{O}$ de -8.7‰ y la desviación estándar de 0.52‰, con un rango entre -8.2‰ y -9.2‰, mientras que el promedio de la $\delta^{18}\text{O}$ de la bioapatita del esmalte, con corrección (-1.5‰) para comparar con hueso, es de $-8.7\text{‰} \pm 0.43$ con un rango entre -8.3‰ y -9.1‰. Los resultados indican que la mayoría de los individuos son locales, con muy poca variabilidad en su movilidad entre los primeros (esmaltes) y últimos (huesos) años de vida. Sin embargo, hubo cuatro individuos que tuvieron valores dentro de la zona #2, que hemos caracterizado como de resultados dudosos y provienen de diferentes áreas y temporalidades: el individuo A17-M18 del Preclásico de la unidad habitacional PC4; el individuo A21-M18 perteneciente a la Terraza -25 hallado al rededor del altar "olmeca" de la fase Cantera (700-500 aC.); el individuo A23 - M18 de la Terraza 20, del Clásico. En cuanto a los análisis de la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, se realizaron sólo en dos de los individuos de Chalcatzingo: el individuo A15-M- 18 hallado en la Terraza 20, del período Clásico, y cuyo análisis de $\delta^{18}\text{O}$ presentó huella local dentro de la zona #1 (-8.3‰), fue confirmado con los resultados de Sr (0.704728) que Price *et al.* (2010) identifican para suelos del área de Chalcatzingo.

Por otro lado el individuo A21-M18 perteneciente a la Terraza -25, hallado alrededor del altar "olmeca" de la fase Cantera (700-500 aC.), el cual tenía procedencia dudosa, pues se ubicaba en la zona #2 con un valor de $\delta^{18}\text{O}$ (-8.0‰), obtuvo un valor de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

(0.704654), mostró que de acuerdo a Price *et al.* (2009) podría provenir de lugares como Otumba, Teotihuacan o áreas muy cercanos al valor de 0.704728 de Chalcatzingo.

De tal manera que los resultados de $\delta^{18}\text{O}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ muestran que ni los individuos hallados alrededor del altar olmeca T-25 ni los que presentaban material "estilo olmeca" como el individuo A17-M18, asociado con un botellón negro con decoración esgrafiada y pintura roja, del Preclásico Inferior, no mostraron valores foráneos de la costa del Golfo. Es interesante también que los individuos de elite y los localizados dentro del altar, analizados en la Universidad de California, mostraron valores locales, como propuso Cyphers (1992:160), los entierros encontrados dentro del altar (monumento 22), que eran de alto estatus, simbolizan, muchos aspectos de la religión adoptada de los olmecas (Fash 1987), sin embargo, estos individuos quizá fueron de los mismos gobernantes locales, que usaron el "altar" como trono, o tal vez fueron antepasados importantes del gobernante que se sentaba sobre dicho monumento.

En cuanto a los individuos de Tlatilco de los cuales se obtuvieron muy pocos resultados por su mal estado de conservación, se obtuvo un promedio de $\delta^{18}\text{O}$ para bioapatita de los huesos de $-8.6\text{‰} \pm .42$ con rango local entre (-9.02‰ a -8.18‰), lo que nos indica que todos son locales y no existe diferencia entre valores $\delta^{18}\text{O}$ de bioapatita de los individuos muestreados por área, sexo o edad. Con respecto a los análisis de estroncio, se analizó una sola muestra cuyo valor $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7044$, coincide con los valores del Altiplano publicados por Price *et al.* (2008). Lamentablemente, de los individuos con material estilo olmeca no obtuvimos resultados, ya que fueron muy afectados por la diagénesis.

$\delta^{13}\text{C}$ y Dieta

Con respecto a la dieta de las poblaciones analizadas, los ecosistemas de los sitios donde se desarrollaron tienen diferencias muy significativas.

La población olmeca de las llanuras de inundación del Golfo se desarrolló en un ecosistema de humedales, en donde los recursos de flora y fauna acuática y terrestre podían ser restringidos o permitidos por el agua. Esto llevó a los olmecas de San Lorenzo y Loma del Zapote a desarrollar estrategias adaptativas que involucraron la diversificación de recursos de subsistencia, con ello lograron generar excedentes en recursos que les permitió aumentar su población a 10,000 - 15,000 individuos, y mantener una mano de obra colectiva y centralizada equivalente a 14-18 millones de horas hombre para establecer su población sobre la meseta artificial de 65m de altura que se eleva sobre los humedales con rellenos artificiales de 6 a 8 millones de m³ (Cyphers *et al.* 2013).

Los análisis isotópicos $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de la bioapatita de huesos de 11 individuos de las fases San Lorenzo A (1400-1200 aC.), B(1200-1000 aC.) y Nacaste (1000-800 aC.) que representan la dieta total consumida durante los últimos 10 años de sus vidas tuvo un promedio de $-7.4\text{‰} \pm 1.5$. Este valor puede representar el consumo de una dieta con un porcentaje de entre 70% y 50% de recursos tipo C4 y entre 50% y 30% de recursos tipo C3.

Es importante mencionar que no se observa un cambio en la dieta de plantas C3 durante el Preclásico Inferior y Preclásico Medio de los individuos de A3 Terraza Grande.

En cuanto al colágeno, que representa la dieta proteica consumida, probablemente contenía 50% de recursos tipo C4 y 50% de recursos tipo C3, pues en los resultados de $\delta\text{C}^{13}_{\text{VPDB}}$ y $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ en colágeno de tres muestras de San Lorenzo y Loma del Zapote se

observa que los individuos presentan una dieta proteica con un mayor consumo de plantas C3. El consumo de proteína animal de estos mismos individuos se encuentra en un nivel trófico III, dieta principalmente de animales herbívoros. Mientras que uno de ellos presenta nivel trófico IV, dieta principalmente de carnívoros primarios con un rango de valores entre 9% y 12%. No mostraron diferencias en cuanto a temporalidad y áreas, ya sea unidades habitacionales, basurero o centro ceremonial.

Es posible reconstruir un aspecto del tipo de recursos de flora que conformaron el ecosistema de las llanuras del Golfo, de acuerdo con los fitolitos encontrados en núcleos de exploración. Los recursos terrestres tipo C3 fueron de la familia *Palmaceae* (1583), *Leguminosae* (17), y *Euphorbiaceae* (17) especialmente de *Manihot sp* o yuca. Algunas de estas plantas tienen raíces tuberosas y frutos comestibles (Cyphers *et al.* 2013). Con respecto a plantas C4 se encontraron muy pocos fitolitos de *Zea Mays*, solo ocho restos de los cuales siete son de la fase San Lorenzo B. Pero en cuanto a otros representantes de la familia de las gramíneas o pastos tropicales, para la subfamilia *Panicoideae* se registraron 3166 fitolitos. En San Lorenzo y Loma del Zapote algunos de estos recursos debieron ser cultivados con estrategias para disminuir el riesgo ya sea en lomerío, humedales o riberas, de manera secuencial y con la técnica de cultivo de recesión. Posiblemente para la fase San Lorenzo B ya se empezaba a cultivar maíz, como muestran los fitolitos.

Sin embargo, en la literatura se ha señalado la existencia de cantidades importantes de plantas con procesos fotosintéticos tipo C4 en humedales y planicies de inundación, que incluyen algas y pastos tropicales que son resistentes a cambios bruscos como inmersión prolongada a más de un metro de profundidad de agua seguida de sequía (Morandeira 2014). Esto puede indicar que los recursos proteicos como peces de agua dulce, crustáceos, invertebrados, tortugas, así como aves, pequeños mamíferos, cánidos y

venados podrían estar consumiendo estas plantas y aumentando la huella C4 en la dieta, sin ser ésta necesariamente de maíz.

Por lo tanto, los resultados isotópicos sobre la dieta mixta consumida aumentan la evidencia que la población olmeca manejaba el riesgo, diversificando la explotación de los recursos C3 y C4 del ecosistema que habitaba.

Otros datos sorprendentes de los resultados obtenidos de la dieta total de los individuos de San Lorenzo y Loma del Zapote es la homogeneidad de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$. Esto es, que la desviación estándar del promedio de la dieta ingerida (1.5‰) implica que el 68% de los individuos muestreado no tiene cambios mayores del 10% en su alimentación durante al menos 10 años, a diferencia de los cánidos, cuya variación fue del 70%. Esto es notable y sugiere que la población tenía un conocimiento claro de su ecosistema, una capacidad técnica y una organización social para coleccionar, manipular y procesar los recursos disponibles de una manera estable.

Acerca de la dieta de los habitantes de Tlatilco y Chalcatzingo, los resultados $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de la bioapatita de hueso respaldan la idea de que el maíz, posiblemente junto con el amaranto, los nopales y magueyes, fue el principal sustento de los habitantes del Altiplano. Para Tlatilco, el promedio fue de -3.7‰ y para Chalcatzingo -3.5‰, indicando un consumo entre el 80% al 90% de plantas C4/CAM. Esto hace innegable, como la evidencia arqueológica sugiere, que la evolución de los sistemas agrícolas en el Altiplano fue posible gracias a las condiciones del ecosistema. Es decir, las medidas pluviométricas por arriba de los 70 mm anuales, la existencia de espacios aluviales con los suelos húmiferos particularmente fértiles, así como la abundancia de agua dulce permitieron que durante el período Preclásico la agricultura fuera el principal medio de subsistencia para los residentes de estas áreas (Bugé 1987).

Inclusive, los promedios de $\delta^{13}\text{C}$ de los resultados de Tlatilco son ligeramente mayores que en Chalcatzingo que pertenece al Preclásico Medio. Esto deja en evidencia que el medio ambiente fue propicio para el desarrollo de los sistemas agrícolas desde tiempos tempranos en el Altiplano. MacNeish (1964-1967) sugiere también la posibilidad de agricultura incipiente en el Altiplano durante el Preclásico pues se han recuperado granos de teocintle, probable antecesor salvaje del maíz, que datan de 5500-3500 aC.

Con respecto a la dieta proteica representada por $\delta^{13}\text{C}$ del colágeno, tanto los huesos de Tlatilco como los datos Streuli (2016) de Chalcatzingo sugieren que la población, sin importar rango social, consumía proteína de animales domesticados alimentados con los exedentes de plantas C4, posiblemente maíz. Sin embargo, no debe descartarse la posibilidad de que la huella isotópica C4 en la proteína consumida por las poblaciones del Altiplano pudo provenir de nopales y cactáceas así como de pequeña fauna silvestre e insectos que entraban a alimentarse en las milpas.

Finalmente, al comparar las cuatro poblaciones podemos observar grandes diferencias tanto en dieta como en procedencia, ya que ni entre los individuos muestreados en Chalcatzingo ni entre los de Tlatilco se encuentran individuos de San Lorenzo y Loma de Zapote, ni viceversa, y que la dieta es distinta en cuanto a la cantidad de consumo de plantas C4/C3.

Podemos afirmar que en nuestras muestras no se encontró evidencia de un contacto directo a pesar de tener individuos en Chalcatzingo y Tlatilco asociados con material estilo olmeca o foráneo. Si bien la muestra es pequeña y no abarca el total de la población, proponemos y apoyamos la idea de que la interacción fue indirecta con base en un patrón ideológico, imitación ó tradición. El vínculo se formó posiblemente por complejas

interacciones o influencias mutuas de carácter social, político o económico. Sin embargo, en nuestras muestras, la presencia física no se puede confirmar, ni de la costa en el Altiplano ni viceversa.

Empero, es claro que el llamado "estilo olmeca" fue percibido y reconocido como una identidad que requirió el reconocimiento social, pues se distingue de otros y es reconocido en contextos de interacción y comunicación, teniendo un activo significado simbólico e ideológico a partir del cual se construyeron relaciones.

En el caso de la dieta para la porción final del Preclásico Inferior, los sitios de la costa del Golfo presentan un 50%-70% de consumo de plantas C4 y un 50-30% de plantas C3, lo que los hace muy contrastantes con los individuos de Tlatilco y Chalcatzingo que tenían un consumo de entre el 80% y 100% de consumo de plantas C4. Con respecto a la dieta, es claro que uno de los factores importantes para el surgimiento de los grandes pueblos ha sido la generación de excedentes alimenticios para permitir el incremento de la población así como el desarrollo de la estructura social y cultural, siendo innegable que la dieta tiene una dimensión geográfica en cada área. En el caso específico de Mesoamérica existe evidencia de que distintas poblaciones como Chalcatzingo y Tlatilco, entre otras de los valles fértiles de la Cuenca de México, poblaciones de los valles centrales de Oaxaca o de la zona maya practicaron la agricultura intensiva.

Sin embargo, en la costa del Golfo las variables e intensas inundaciones que sufrieron San Lorenzo y Loma del Zapote ofrecieron un gran reto a la población para manejar el riesgo y poder producir alimentos de manera segura.

Sin duda alguna, la capacidad de producir alimentos y aprovechar los recursos que cada sociedad tomaba del área natural en la que vivía, les permitió comprender, estructurar y organizar su espacio creando distintos tipos de paisajes culturales. Tomando lo anterior

como idea principal y respondiendo a nuestra hipótesis y pregunta de investigación: el alimento base que los individuos de la costa del Golfo y del Altiplano consumían era distinto debido al medio ambiente ecológico y cultural en el que se encontraban.

En cuanto al colágeno lamentamos que la mayoría de las muestras se encontraran diagenetizadas y no dieron los resultados esperados. Finalmente, el análisis de isótopos estables ayudó a tener una perspectiva más amplia sobre la dieta y movilidad de cuatro poblaciones del Preclásico Inferior y Medio para sugerir los tipos de contacto que existieron y que hicieron que estas sociedades se desarrollaran con aspectos materiales similares.

Es importante hacer notar la importancia del uso de técnicas multidisciplinarias que permiten obtener la información bioquímica contenida en el material arqueológico sin descartar la gran importancia que tiene la conservación misma del material así como las técnicas para detectar y cuantificar la diagénesis y tener resultados fiables que apoyen nuestra investigación.

Finalmente, cabe aclarar que no se pretende hacer una generalización sobre las poblaciones que habitaron estos sitios, sino contribuir con los datos obtenidos al conocimiento del periodo Preclásico.

Bibliografía

Aguilar Piña, Paris

2014 Cultura y alimentación. Aspectos fundamentales para una visión comprensiva de la alimentación humana. *Anales de Antropología* 48-1, pp. 11-31. Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Arevalo, Javier Marcos

2004 La tradición, el patrimonio y la identidad. *Revista de estudios extremeños*, Vol. 60, N°3, pp. 925-956.

Arieta, Baizabal Virginia

2013 *Densidad poblacional Olmeca y sus implicaciones en el sitio Arqueológico San Lorenzo, Veracruz*. Dirección General de Publicaciones, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Edición digital. ISBN: 978-607-02-5362-1.

Arieta, Baizabal Virginia y Ann Cyphers

2017 Etnografía, Demografía y Arqueología Olmeca en San Lorenzo Tenochtitlán. *Revista Arqueología*, Instituto Nacional de Antropología e Historia. Número 52, ISSN: 0187-6074.

Arnaud, Salas María

2014 *Procedencia y dieta de una muestra ósea de la Ventilla 92-94, Teotihuacan*. Tesis para optar por el grado de Maestra en Antropología. Maestría en Antropología, Facultad de Filosofía y Letras- IIA, UNAM.

Arnold, Philip J.

2009 Settlement and subsistence among the Early Formative Gulf Olmec. En *Journal of Anthropological Archaeology*, Volume 28, Issue 4, pp. 397-411.

Anschuetz, K. F., and Scheick, C. L.

1998 Unveiling archaeological tierra incognita: Evaluating time, place-making and tradition through a cultural landscape paradigm. *Paper presented at the 63rd Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Seattle*.

Anschuetz, K.F., Richard H. Wilshusen and Cherie L. Scheick

2001 Una arqueología de los paisajes: perspectivas y tendencias. *Journal of Archaeological Research*, vol. 9, no 2, pp. 152-197.

Avila, Ricardo

2016 De la antropología de la alimentación y de Igor Garine, *Textos escogidos de Igor de Garine*, selección y presentación de Ricardo Ávila, pp.11-31. Colección Estudios del Hombre, Universidad de Guadalajara.

Barabas, Alicia

2010 *Dinámicas culturales: Religiones y migración*. Culturas Populares - CONACULTA, Gobierno de Oaxaca, Secretaría de Cultura, INAH – Oaxaca.

- Bate, Luis Felipe.
1996. *El proceso de la investigación arqueológica*. Critica, Barcelona.
- Barkow, J. H., Akiwowo, A.A., & Barua, T.K., Chance, M. R. A., Chapple, E. D., Chattopadhyay, G.P. et.al.
1975 Prestige and Culture: A Biosocial Interpretation. *Current Anthropology*. 16 (4), pp. 553-572. The University of Chicago Press.
- Barth, F.
1978. Introducción. En *los Grupos étnicos y sus fronteras*. F. Barth (ed.), pp. 9-49. Fondo de Cultura Económica, México.
- Bate, Luis Felipe
1996 *El proceso de la investigación arqueológica*. Critica, Barcelona.
- Bender, M.M.
1968 Mass spectrometry studies of carbon-13 variations in corn and others grasses. *Revista Radiocarbon* 10, pp. 468-472.
- Benninghoff y Drenckhahn
2009 *Compendio de Anatomía*. Ed. Panamericana. Madrid.
- Bentley, R. A.
2006 Stroncium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: A Review, *Journal of Archaeological Method and Theory* 13, pp.135-187.
- Benz, B. F.,
2001 "Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca", en *Proceedings of the National Academy of Science*, núm. 98, pp. 2104-2105
- Benz, B. F. y A. Long,
2000 "Prehistoric maize evolution in the Tehuacán Valley", en *Current Anthropology*, vol. 41, núm. 3, pp. 459-465.
- Beverido, Francisco.
1970. *San Lorenzo Tenochtitlán y la civilización Olmeca*, Xalapa, Tesis de Maestría, Facultad de Antropología, Universidad Veracruzana.
- Bernal, Ignacio
1969 *The olmec world*. University Of California Press, Berkeley.
2012. El Tiempo Prehispánico. En *Historia Mínima De México*, CONACULTA - COLMEX. Primera Edición Programa México Lee, D.F.

- Blanco A, Rodríguez B, Valadez R.
2009 *Estudio de los cánidos arqueológicos del México prehispánico*, México: Textos básicos y Manuales, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Blake M, Chisholm BS, Clark JE, Voorhies B, Love M.W.
1992 Prehistoric subsistence in the Soconusco region. *Current Anthropology* 33, pp.83-94.
- Blomster, Jeffrey P. y David Cheetham
2017 *The early olmec and Mesoamerica: The material record*. Cambridge University Press.
- Bonomo, Mariano
2006 Identidad étnica y cultura material; el caso del litoral marítimo bonaerense. En *Género y Etnicidad en la Arqueología de Sudamérica*. Williams y B. Alberti, (eds.), Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Olavarría.
- Borstein, Joshua
2001 *Tripping over colossal heads: Settlement Patterns and population development in the upland olmec heartland*. Tesis Doctoral, Department Of Anthropology, The Pennsylvania State University, University Park. University Microfilms, Ann Arbor.
- Brock, f., R.c. Bronk y T. Higham
2007 Quality assurance of ultra-filtrated bone dating. *Radiocarbon* 49 (29), pp.187-192.
- Buikstra, Jane E.
1997 Studying Maya bioarchaeology, en *Bones of the Maya: Studies of Ancient Skeletons*, Steve Whittington and D. M. Reed (eds.) pp. 221-228. Smithsonian Press.
- Buikstra, Jane E., T.Douglas Price, Lori E. Wright, and James H. Burton
2004 Tombs from the copán acropolis: a life history approach. En *Understanding Early Classic Copan*, Ellen E. Bell, Marcello A. Canuto and Robert J. Sharer, (eds.), pp.191-212. Philadelphia: University of Pennsylvania, Museum of Archaeology and Anthropology.
- Burton, James H., and Rachel Hahn
2016 Assessing the “Local” $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio for humans. Isotopic Landscapes in Bioarchaeology. En *Isotopic Landscapes in Bioarchaeology*, Gisela Grupe and George C. McGlynn, editors, pp. 113-121. Berlin:Springer-Verlag.
- Carlson, A. K.
1996 Lead isotope analysis of human bone for addressing cultural affinity: a case study from Rocky Mountain House, Alberta. *Journal of Archaeological Science* 23, pp.557–568.

Casas Alejandro y Javier Caballero

1995 Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica, Jardín Botánico, Instituto de Biología. *Revista de cultura científica*, UNAM <http://www.revistacienciasunam.com/es/146-revistas/revista-ciencias-40/1196-domesticación-de-plantas-y-origen-de-la-agricultura-en-mesoamérica.html>

Caso, Alfonso

1965 ¿Existió un imperio olmeca?. En *Memorias del Colegio Nacional* 5 (3), pp. 11-60.

Chambers, Robert. Richard Longhurst y Arnold Pacey.

1981 *Seasonal dimensions to rural poverty*. Nueva York: Frances Pinter.

Cheftel-J.C., J.L Cuq y D. Lorient

1989 *Proteínas alimentarias, bioquímica, propiedades funcionales, valor nutritivo. modificaciones químicas*. Capítulo 2 pp. 5-13. capítulo 5, pp. 107-137. Editorial Acriba, S.A.

Cheetham, David

2006 The America's first colony?, *Archaeology*, 59(1):42-46.

Cheetham, David

2010 Cultural imperatives in clay: Early olmec carved pottery from San Lorenzo and Cantón Corralito. *Ancient Mesoamerica* 21:165-185.

Chisholm Brian y Michael Blake.

2009. Diet in prehistoric Soconusco. En *Histories Of Maize. Multidisciplinary Approaches*. Jonh E.Staller, Robert H Tykot Y Bruce F. Benz, (eds.) pp 172-183. Left Coast Press, Walnut Creek, California.

Clark, John E.

1990 Olmecas, olmequismo y olmequización en Mesoamérica, *Arqueología* (3), pp.49-56.

1997 The arts of government in early Mesoamerica. *Annual Review of Anthropology* 26, pp. 211-234.

Clark, John E. y Michael Blake

1989 El origen de la civilización en Mesoamérica: los olmecas y mokayas del Soconusco de Chiapas, México. En *el Preclásico o Formativo: avances y perspectivas*, compilado por M. Carmona Macías, pp. 385-403. Instituto Nacional de Arqueología e Historia, México

Clark, John E. y Marry E. Pye

2000 The pacific coast and the olmec question, en *Art and Archaeology: Social Complexity in the Formative Period* J.E. Clark y M.E. Pye (eds.), *Olmec*, National Gallery of Art, (studies in the History of Art, 58), pp. 216-25, Washington.

- Cobean, R.H., J. R. Vogt, M. D. Glascock y T. Stocker
 1991 High-precision Trace-element characterization of major Mesoamerican obsidian sources and further analyses of artifacts from San Lorenzo Tenochtitlán, México, *Latin American Antiquity*, 2(1), pp.69-91.
- Coe, Michael D.
 1965 The olmec style and its distribution. En *Archaeology Of Southern Mesoamerica, Handbooj Of Middle American Indians* 3, Editor G.R Willwy University Of Texas Press, Austin:739-775.
 1968 *America´s first civilization, discovering the olmec*, New York, American Heritage publishing Co.
 1981 Gift of theriver: ecology of the San Lorenzo Olmec. En *The olmec And Their Neighbors. Essays In Memory Of Matthew W. Stirling*, Editado Por Elizabeth Benson, pp. 15-20. Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- Coe, Michael D. Y Richard A. Diehl
 1980 *In the land of the olmec*, Vols. I Y II , Austin, University Of Texas Press. Austin.
- Colloff, M.J., KA Ward, J. Roberts
 2014 *Ecology and conservation of grassy wetlands dominated by spiny mud grass pseudoraphis spinescens in the southern Murray–Darling Basin, Australia* Aquatic Conservation: Marine, Wiley Online Library
- Córdova, Tello Mario, Carolina Meza Rodríguez, Luis Cesar Rosas, Omar Espinosa Severino, Christian Luna Hernández, Gilberto Buitrago, Ana Logreira.
 2012 Informe, Proyecto Arqueológico Chalcatzingo, INAH-México.
- Córdova, Tello Mario, Anna Emma Peña Rodríguez
 2004 Informe del rescate arqueológico museo de Chalcatzingo, Morelos (Diciembre 2003-Febrero 2004), INAH-México
- Covarrubias, Miguel
 1943. Tlatilco, archaic mexican art and culture. En *Dyn* (4-5), pp. 40-46. México.
 1946 El arte olmeca de La Venta. En *Cuadernos Americanos* 38 (4), pp.149-162.
 1957 *Indian art of Mexico and Central America*, New York, Alfred A. Knopf Clark, Jonh E.
 1965 The olmec style and its distribution, en *Archaeology Of Southern Mesoamerica, Handbooj Of Middle American Indians* 3, 739-775. G.R Willwy (ed.).University Of Texas Press, Austin.
- Covian, Grande Francisco
 1984 *Alimentación y nutrición*. Salvat, Barcelona, España.
- Cruz-Ocampo, Juan Carlos, Carlos Canet y Darío Peña- García
 2007 Las gemas de México”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, LIX(1):9-18.

Cyphers, Ann

- 1984 The possible role of a woman in formative exchange”, en *Trade an exchange in early Mesoamerica*, K.G. Hirt (ed.), pp.115-124, University of New Mexico Press, Albuquerque.
- 1992 *Chalcatzingo, Morelos. estudio de cerámica y sociedad*. Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, D.F.
- 1996 Reconstructing olmec life at San Lorenzo, en *Olmec Art of Ancient México*, E. Benson y B. de la Fuente (coords.), pp. 61-72, National Gallery of Art, Harry N. Abrams, Inc., Washington, DC.
- 1997^a Introducción, enpoblación, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlan. A. Cyphers, ed., pp. 19-27. UNAM, IIA, México, D.F.
- 1997^b Crecimiento y desarrollo de San Lorenzo, en *Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlán*, A. Cyphers, ed., pp. 255-274. UNAM, IIA, México, D.F.
- 2012 *Las bellas teorías y los terribles hechos, controversias sobre los olmecas del Preclásico Inferior*. Universidad Autónoma De México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, D.F.
- 2018 Los olmecas y sus esferas de interacción. En *Olmecas*, María Teresa Uriarte (ed), UNAM, pp. 25 - 78.

Cyphers, Ann y Anna Di Castro

- 1996 Los artefactos multi perforados de ilmenita de san Lorenzo, *Arqueología*, 16, pp. 3-14, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2009 Early Olmec Architecture and Imagery, en *The Art of Urbanism, How Mesoamerican Kingdoms Represented Themselves in Architecture and Imagery*. W. Fast y L. López Luján (eds.) , pp. 21-52, Dumbarton Oaks, Washington, DC.

Cyphers, Ann, Judith Zurita Y Marci Lane Rodríguez

- 2013 *Retos y riesgos en la vida olmeca*. Petróleos Mexicanos, Fondo Para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., y el Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México, D.F.

Cyphers, Ann, Timothy Murtha, Judith Zurita Noguera, Gerardo Jiménez, Elvia Hernández Guevara, Anna Di Castro, Brizio Martínez Gracia, Virginia Arieta Baizabal, Roberto Lunagómez, Joshua Borstein, Stacey Symonds, Mario Arturo Ortiz y José Manuel Figueroa.

2014. *Atlas digital de la zona arqueológica de San Lorenzo, Veracruz*. IIA- UNAM. México.

Cyphers, Ann y Kenneth G. Hirth

- 2016 *Transporte y producción artesanal en los albores del mundo olmeca*, México, IIA-UNAM, 2016, 143 pp.

De Garine, Igor

- 1999 Alimentación y cultura: actas del congreso internacional, 1998, Museo de Antropología, España. En *Antropología de la alimentación: entre naturaleza y cultura*, pp. 13-34.
- 2016 De la antropología de la alimentación como herramienta de conocimiento. En *Antropología de la alimentación, textos escogidos de Igor de Garine*, selección y presentación de Ricardo Ávila. Colección Estudios del Hombre, pp. 71-88. Universidad de Guadalajara.

De Garine, Igor y Luis Alberto Vargas

- 1997 Introducción a las investigaciones antropológicas sobre alimentación y nutrición, *Cuadernos de Nutrición*, 20 (3), pp. 21-28
- 2006 Introducción a las investigaciones antropológicas sobre alimentación y nutrición, en *Cuadernos de Nutrición*. Núm. 20, pp. 21-28.

De Garine, Igor y Geoffrey Ainsworth Harrison

- 1988 *Coping with uncertainty in food supply*. Oxford: Clarendon Press.

De Garine, Igor de y Koppert Georgius J. A.

- 1990 Social adaptation to season and uncertainty. En *Diet and Disease in Traditional and Developing Societies Food Supply*. Geoffrey Ainsworth Harrison, John Conrad Waterlow (eds.), pp. 240-289. Cambridge: Cambridge University Press.

Demarest, Arthur

- 1989 The Olmec and the Rise of Civilization in Eastern Mesoamerica, en *Regional Perspectives on the Olmec*, R.J. Sharer y D.C. Grove (ads.). pp. 303-334. Cambridge University Press, New York.

De Niro, M. J.; Epstein, S.

- 1981 Hydrogen isotope ratios of mouse tissues are influenced by a variety of factors other than diet, *Science* 214, pp.1374-1375.

Di Castro, Ana

- 1997 Los bloques de ilmenita de San Lorenzo, en Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlan, A. Cyphers (ed.), pp. 153-160. IIA-UNAM.

Diehl Richard A. y Michael Coe

- 1995 Olmec Archaeology”, en *The Olmec World: Ritual and Rulership*, The Art Museum, Princeton University, Princeton:10-25-

Doering, Travis F.

- 2002 Obsidian artifacts from San Andrés, La Venta, Tabasco, México, Tesis de maestría, The Florida State, University Tallahassee.

- Ehleringer, James, R. y Thur E. Cerling
 2001 Photosynthetic Pathways and Climate Global Biogeochemical Cycles. *The Climate System Academic Press*, pp. 267-277
- Ericson, J. E.
 1985 Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology. *Journal of Human Evolution* 14: 503-514.
- Escalona, Livia
 1996 Arqueología de Loma del Zapote, Veracruz; estudio de un contexto ceremonial, tesis de licenciatura en Arqueología, enah, México, 1996.
- Falabella, Fernanda, M. Teresa Planella, Eugenio Aspillaga, Lorena Sanhueza Y Robert H. Tykot
 2007 Dieta en sociedades alfareras de Chile Central: aporte de análisis de isótopos estables, en *Chungara , Revista de Antropología Chilena*. Volumen 39, N° 1, pp. 5-27.
- Faure, G.
 1986 *Principles of isotope geology*. John Wiley & Sons, Inc., USA: 589.
- Faure, G., y Powell, J. L.
 1972 *Strontium isotope geology*. Springer-Verlag, New York: 188.
- Faulhaber, Johanna
 1965 La población de Tlatilco caracterizada por sus entierros, en Homenaje a Juan Comas, Vol.II, pp.83-121, INAH/UNAM, México.
- Fash, William, Jr.
 1987 The Altar and Associated Features. In Ancient Chalcatzingo, edited by David C. Grove, pp. 82-94. Austin: University of Texas Press.
- Fry, Brian.
 2006. *Stable Isotope Ecology*. Springer Science Business Media, LLC.
- Flannery K. V.
 1968 Archaeological systems theory and early Mesoamerica, en *Anthropological Archaeology in the Americas*, B. J. Meggers (ed.), pp. 67-87. Washington.
 1968b The Olmec and the Valley of Oaxaca: A model for Interregional Interaction in Formative Times, en *Dumbarton Oaks Conference on the Olmec*, E. P. Benson (ed.), pp. 79-110, Dumbarton Oaks, Washington, DC.
- Flannery, Kent V. y Joyce Marcus.
 2000 Formative Mexican Chiefdoms and the Myth of the "Mother Culture". *Journal of Anthropological Archaeology*, 19:1-37.

Freiwald, Carolyn, Jason Yaeger, Jaime Awe, and Jennifer Piehl.
2014. Isotopic insights into mortuary treatment and origin at Xunantunich, Belize. In *The Bioarchaeology of Space and Place. Ideology, Power, and Meaning in Maya Mortuary Contexts*, Gabriel Wrobel, editor, pp. 107-140. New York: Springer.

Gándara V. Manuel

1981 El estudio de las similitudes y diferencias en el material arqueológico: tradición, influencia y área de interacción. En *Interacción Cultural En México Central*. Compiladores Evelyn Childs Rattray, Jaime Litvak King, Clara Díaz Oryarzal. pp 13-20. IIA- UNAM, México, D.F.

García Moll , Roberto, Daniel Juárez Cossío, Carmen Pijjoan, Ma. Elena Salas Y Marcela Salas.

1991. *Catálogo De Entierros San Luis Tlatilco*, México, Temporada IV, México, Temporada IV, México INAH.

García Moll, R.

2018 Orientaciones entre los entierros de Tlatilco IV, una aproximación. *Arqueología*, (24), 29-41. Recuperado a partir de <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/article/view/11941>

Gilroy, Anne M., Brian R. MacPherson, Lawrence M. Ross (eds.), Michael Schuenke, Erik Schulte, Udo Schumacher (colaboradores)

2013 *Atlas of Anatomy*, second edition.

Giménez, Gilberto

1996 Territorio y cultura. *Revista Estudios sobre las culturas contemporáneas*. Universidad de Colima, Colima- Mexico. pp. 9-30 Año/Vol. II Núm. 004.

2000 Materiales para una teoría de las identidades sociales. En *decadencia y auge de las identidades* José Manuel Valenzuela Arce (Coord.). pp. 45-78. El Colegio de la Frontera Norte / Plaza Y Valdés, México Norte.

2001 Cultura, territorio y migraciones. *Aproximaciones teóricas Alteridades*, vol. 11, núm. 22, pp. 5-14 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México

2007 Estudio-territorio, cultura e identidades. *La Región Sociocultural*. UCC, Abril

Goodman, A. y Letherman, T.

1998 *Building a new biocultural synthesis: Political- Economic perspectives on human biology*. Michigan: University of Michigan press.

González Lauck, Rebeca B.

1994 La zona del Golfo en el Preclásico: la etapa olmeca, en *Historia Antigua de México Vol. I: el México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*. Coordinadores Linda Manzanilla y Leonardo López Luján, pp- 3363-406. México. INAH- CONACULTA-UNAM-IIA.

2000 Testing At Isla Alor In The La Venta Olmec Hinterland. *Journal Of Field Archaeology* 27 (3), pp. 257-270.

González- Mancera, Guillermina, Fernando Ortega- Gutierrez, Joaquin A. Proenza y Viorel Audorei.

2009 *Petrology and geochemistry of Tehuizinao serpentinites* (Acatlán complex, SW México), *Boletín dev la sociedad Geológica Mexicana*, 61(3): 419-436

Graham, Jonh .

1982 Antecedents of olmec aculpture at Abaj Takalik. En *Pre-Columbian art history:selected reading*. Alana Cordy (ed.), Palo Alto: Peek publications.

Grove, David C.

1968 The Preclassic Olmec in Central México: Site distribution and inferences, en *Dumbarton oaks conference on the olmec*, E.P. Benson (ed.), pp. 179-185. Dumbarton Oaks, Whashington.

1974 The highland olmec manifestation: A consideration of what is and isn't, en *Mesoamerican Archaeology: New Approaches*. Hammond (ed.), pp.109-128. University Of Texas Press, Austin.

1981. A Mesoamerican culture. Reseña de *in the Land of the Olmec*, editado por Michael D. Coe y Richard A. Diehl. *Science* 212(4496):808-810.

1984 *Chalcatzingo: Excavations on the Olmec frontier*, Thames y Hudson, London.

1987 *Ancient Chalcatzingo*. Austin: University of Texas Press

1987a Chalcatzingo in a Broader Perspective, en *Ancient Chalcatzingo*, D.C. Grove(ed.), pp. 434-442, University of Texas Press, Austin.

1989 Chalcatzingo and its Olmec Connection, en *Regional Perspectives on the Olmec*, R.J. Sharer y D.C.Grove (eds.), pp 122-147, Cambridge University Press, Cambridge.

1989b Olmec: What's in a Name?", en *Regional Perspectives on the Olmec*, R.J. Sharer y D.C. Grove (ads.), pp. 8-14, Cambridge University Press, Cambridge

1987-99. Preface, en *Ancient Chalcatzingo*, pp. vii, University Of Texas Prees. Austin.

1992. *Chalcatzingo, Morelos. estudio de cerámica y sociedad*. Universidad Autónoma de México, Instituto De Investigaciones Antropológicas, México, D.F. P(9-10).

1994 Chalcatzingo, en *Los Olmecas en Mesoamérica*, J.E.Clark (ed.), pp. 165- 187, Citybank y El Equilibrista, México.

1996 Archaeological contexts of Olmec art outside of the Gulf Coast, en *Olmec Art of Ancient Mexico*. Elizabeth P. Benson and Beatriz de la Fuente, (eds.) pp. 105-118

1997 Olmeca archaeology: a half century of research and its accomplishments, en *Journal of world prehistory* 11 (1), pp. 51-101.

2000 La zona del Altiplano central en el Preclásico, en *Historia antigua de México, vol. I*, Linda Manzanilla y Leonardo López Lujan (eds.), pp. 511-540. INAH /UNAM, México.

2007 Stirrup spout vessels bottles and carved stone monuments the many faces of interregional action in Formative Period Morelos, en *Archaeology Art and Ethnogenesis In Mesoamerican Prehistory, Paper In Honor Of Garet W. Lowe*, pp. 209-228. L.S Lowe y M. E. Pye (eds.), Brigham Young University.

- Grove, David C., and Ann Cyphers Guillén
 1987 *The Excavations. In Ancient Chalcatzingo*, edited by David C. Grove, pp. 21-55. Austin: University of Texas Press.
- Grove, David C. y Susan D. Gillespie
 1992 Ideology and evolution the Pre-State Level: Formative Period Mesoamerica. En *Ideology and Pre-columbian civilization*, Arthur A. Demarest and Geoffrey W. Conrad (eds.), pp 15-36. School of American Research Press, Santa Fe, New México.
- Guerrero, Ricardo y Mercedes Berlanga
 s/f Isótopos estables: Fundamento y aplicaciones. En *Actualidad*. Departamento de Microbiología, Universidad de Barcelona, Av. Diagonal, 645, 08028 Barcelona.
- Gutiérrez, Gerardo y Mary E. Pye.
 2007 Conexiones iconográficas entre Guatemala y Guerrero: entendiendo el funcionamiento de la ruta de comunicación a lo largo de la planicie costera del Océano Pacífico”, en *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006*, j. P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía (des.), pp. 921-943, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Heidt, E.
 2004 Cuerpo y cultura: la construcción social del cuerpo humano. *En la certeza vulnerable. Cuerpo y fotografía en el siglo XXI*, pp. 46-64.
- Heizer Robert, John A. Graham Y Lewis K. Napton
 1968 The 1968 investigations at la Venta, *Contributions of the university of California archaeological research facility*, Núm. 5, pp. 127-154, Berkeley.
- Herzka Llona, S.Z., Mellink Bijtel, E. Talley, D., Huxel, G. y Dayton, P.
 2013 Stable Isotope ratios of egg albumen of three waterbird species nesting in the Colorado River Delta indicate differences in foraging ground and isotopic niche breadth. *Aquatic conservation-marine and freshwater ecosystems* 23, pp. 546-563.
- Hirth, Kenneth
 1996 Political economy and archaeology: perspectives on exchange and production, *Journal of archaeological research* 4, pp. 203-239.
 2001 El intercambio, En *Historia antigua de México Vol. IV: aspectos fundamentales de la tradición cultural mesoamericana*, Linda Manzanilla y Leonardo López Luján (coordinadores), INAH, IIA, UNAM, PORRÚA. México.
- Hirt, Kenneth, Ann Cyphers, Robert Cobean, Jason de León y Michael D. Glascock
 2013 Early olmec obsidian trade and economic organization at San Lorenzo, *Journal of Archaeological Science*, 284, pp. 1988-1991

- Hodder, I.
 1994 Interpretación en arqueología. *Corrientes Actuales*. Editorial Crítica. Barcelona.
 1979 *Economic and social stress and material culture patterning*. *American Antiquity* 44 (3), pp. 446-454.
- Hodell, David A., Rhonda L. Quinn, Mark Brenner, and George Kamenov
 2004 Spatial variation of strontium isotopes ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) in the Maya Region: a tool for tracking ancient human migration. *Journal of Archaeological Science* 31:585-601.
- Hüls, M.C., P. Groostesand y M. J. Vadeau
 2007 How clean is ultrafiltration cleaning of bone collagen?, *Radiocarbon* 49 (2), pp. 193-200.
- Jack, R. N. y R.F. Heizer
 1968 Finger-printing of some Mesoamerican obsidian artifacts, Contributions of the University of California Archaeological Facility, 5, Berkeley.
- Jackes, M.
 1993 On paradox and osteology. *Current Anthropology*. 34 (4), pp. 434-439.
- Jaime- Riverón, Olaf, Dolores Tenorio Castilleros, Thomas Calligaro, Juan Carlos Cruz Ocampo y Melanie Jiménez.
 2012 Estudio de serpentina olmeca: extracción, producción y consumo de piedra verde durante el Formativo temprano y medio en el sur de la costa del Golfo, en *El jade y otras piedras verdes, perspectivas interdisciplinarias e interculturales*, W. Wiesheu y G. Guzzy (eds.), pp. 55-80, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Katzenberg, Ann y Shelley R. Saunders
 2000 *Biological anthropology of the human skeleton*. Second edition, WILEY-LISS publication. New Jersey.
- Keeneth, Miller, Kenneth
 2004 *Biologia. Massachusetts: Prentice Hall*. pp73. ISBN 0-13-115538-5.
- Keegan, W., De Niro, M.
 1988. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of bone collagen used to study coral reef and terrestrial components of prehistoric bahamian diet, *American Antiquity* 53, 1998, pp. 320-336.
- Killion Thomas W.
 2013 Nonagricultural cultivation and social complexity. The olmec, their ancestors, and Mexico's southern Gulf Coast lowlands. *Current anthropology. A world journal of the sciences of man*, n°5, pp. 569-606.

- Koch, P.L., Tuross, N., 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.
- Knudson, K. J., Price, T. D., Buikstra, J. E., y Blom, D. E.
 2004 The use of strontium isotope analysis to investigate Tiwanaku migration and mortuary ritual in Bolivia and Peru. *Archaeometry* 46, pp. 5–18.
- Lagunas Rodríguez, Z., & Hernández Espinoza, P. O.
 2000 *Manual de osteología*. CONACULTA-INAH. Escuela Nacional de Antropología. División de posgrado. México.
- Lailson, Becket.
 2009. *Aplicación de la isotopía de estroncio (sr) como trazador de migración humana en el barrio teotihuacano de Teopanazco*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, Geoquímica y Petrología. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica. UNAM, México, DF.
- Leatherman, Thomas y Goodman, Alan
 1997 Expanding the biocultural synthesis toward a biology of poverty, en *American Journal of Physical Anthropology*, 1 02: 1.
- Lenclud, G.
 1987 La Tradition N'est Plus Ce Qu'elle Etait. Sur Les Notions De Traditions Et De Societé Traditionelle En *Ethnologie Terrain*, 9, pp. 110-123. M°. De Cultura. Paris.
- Lewontin, R., Rose S. y Kamin L.
 1991 *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. Ed. Grijalbo S.A., y la Dirección General de Publicaciones del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
- Long, A. *et al.*
 1989 First Direct ams Dates on Early Maize from Tehuacán, Mexico, en *Radiocarbon*, vol. 31, núm. 3, pp. 1035-1040.
- Login, R.
 1971 New Method of collagen extraction for radiocarbon datin, *Nature* 230 (26), pp.241-242.
- Lowe, Gareth W.
 1989 The heartland Olmec: evolution of material culture, en *Regional perspectives on the Olmec*. R. J. Sharer y D. C. Grove (eds.), pp. 33-67. Cambridge University Press.

- MacNeish, R. S.,
 1964 Ancient Mesoamerican Civilization, en *Science*, núm. 143, 1964, pp. 531-537.
 1967 *The Prehistory of the Tehuacán Valley*, Austin, University of Texas Press, vol. 1.
- Mauss, M.
 1950 Rappports réels et pratiques del psychologie et de la sociologie, en *Sociologie et anthropologie*, Paris.
- Manzanilla, Linda.
 1993. *Anatomía de un conjunto Residencial Teotihuacano en Oztoyahualco*. Vol. I. UNAM, México.
 2005 *Reacomodos demográficos del Clásico al Posclásico en el Centro de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
 2007 Teotihuacan se erige como la gran anomalía de Mesoamérica. *La Jornada*- 13 de Mayo. México, D.F.
- Mármora, Lelio
 2002 *Las políticas de las migraciones internacionales*. Mexico, D.F.Paidós.
 2009 *Aspectos básicos para la gestión migratoria OIM* (organización internacional para las migraciones)-INM(Instituto nacional migración). Primera edición en español, pp.11-49. México, D.F.
- Martínez Guirao, J. E. y Téllez Infantes, A.
 2010 La cultura en el cuerpo. En revista *Dialnet*, pp. 7-18. Icaria Editorial, España.
- Márquez, Lourdes, P. O. Hernández y E. González Licón (editores)
 2006 *La población maya costera de Chac Mool. Análisis biocultural y dinámica demográfica en el Clásico Terminal y Posclásico*. Promep, Instituto Nacional de Antropología e Historia-Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- McClung, Emily Y Judith Zurita
 1994 Las primeras sociedades sedentarias, en *Historia Antigua de México, IV: El México Antiguo, sus Áreas Culturales, Los Orígenes y el Horizonte Preclásico*, México, Conaculta, INAH, UNAM, Porrúa.
- McCrea, J. M.
 1950 On the isotopic chemistry of carbonates and paleotemperature scale, *The Journal of chemical Physics* 18 (6), pp. 849-857.
- Merry de Morales, Marcia
 1987 Chalcatzingo Burials as Indicators of Social Ranking. In *Ancient Chalcatzingo*, edited by David Grove. Austin: University of Texas Press.

- Monsalve Vargas Timisay y Carlos Serrano Sánchez
 2005 La síntesis biosocial: una propuesta teórica en antropología biológica. *Boletín de Antropología Americana*, N° 41, pp. 5-16. Panamerican Institute of Geography and History. <http://www.jstor.org/stable/40978240>.
- Morales, Puente Pedro, Edith Cienfuegos Alvarado, Linda R. Manzanilla Naim Y Francisco Javier Otero Trujano.
 2012. Estudio de la paleodieta empleando isótopos estables de los elementos carbono, oxígeno y nitrógeno en restos humanos y de fauna encontrados en el barrio teotihuacano de Teopancazco. En *estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*, pp.347-424. Linda Manzanilla (ed.), Instituto de Investigaciones Antropológicas – UNAM.
- Moranderira, Natalia Soledad
 2014 *Tipos funcionales de plantas en humedales de la planicie de inundación del Bajo Río Paraná (entre ríos Argentina) y su observación con datos polarimétricos de radar*. Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Nielsen, Mark y Shawn Miller
 2012 *Atlas de anatomía humana*. Editorial médica Panamericana.
- Niederberger, Christine.
 1976 *Zohapilco: cinco milenios de ocupación humana en un sitio lacustre de la cuenca de México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- O’Leary, M.H.
 1981 Carbon Isotope Fractionation in Plants. *Phytochemistry* 20, pp. 553-567.
 1988 Carbon Isotopes in Photosynthesis. *Bioscience* 38, pp. 328–336.
- Ortiz, Mario Arturo y Ann Cyphers
 1997 La geomorfología y las evidencias arqueológicas en la región de San Lorenzo Tenochtitlán, Veracruz, en *Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlán*, A. Cyphers (ed.) pp. 31-54, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Panarello, H.O. y C.A. Parica.
 1984. Determinación de la composición del oxígeno en aguas. Primeros valores en aguas de lluvia de Buenos Aires. *A.G.A. Rev.* XXXIX (1-2), pp. 3-11.
- Peckham, S.
 1990 *From this earth: The ancient art of pueblo pottery*. Museum Of New Mexico Press, Santa Fe.

Pérez Monterosas, Mario

- 2003 Las redes sociales de la migración emergente de Veracruz a los Estados Unidos. *Migraciones internacionales*, 2(1), pp. 136-160.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-89062003000100006&lng=es&tlng=es.

Piña Chan, Román

- 1955 *Las culturas preclásicas de la cuenca de México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- 1958 *Tlatilco*, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
1960. Mesoamérica, ensayo histórico cultural. *Memorias VI, INAH- SEP*. México, D.F.
1967. Una visión del México prehispánico. *Serie de Culturas Mesoamericanas: I* IHH UNAM, México, D.F.
1972. *Historia, arqueología y arte prehispánico*. Fondo De Cultura Económica, México, D.F.

Pires- Ferreira, Jane W.

- 1975 *Formative Mesoamerican exchange networks with special reference to the Valley of Oaxaca*, Memoirs of the museum of anthropology 7, University of Michigan.

Pool, Christopher

- 2007 *Olmec Archeology And Early Mesoamerica*. Cambridge University Press, Nueva York.

Porter, Muriel

- 1953 *Tlatilco and the preclassic cultures of the New World*, Viking Fund, publications in Anthropology, núm.19, New York.

Price, T. D., Johnson, C. M., Ezzo, J. A., Burton, J. H., y Ericson, J. A.

- 1994 Residential mobility in the prehistoric Southwest United States. A preliminary study using strontium isotope analysis. *Journal of Archaeological Science* 24, pp. 315-330.

Price, Douglas T., Linda Manzanilla, William D. Middleton

- 2000 Immigration and the ancient city of Teotihuacan in Mexico: a study using strontium isotope ratios in human bone and teeth. *Journal of Archaeological Science*. 27, pp. 903-913.

Price, T. Douglas, James H. Burton, Vera Tiesler, Simon Martin, and Jane E. Buikstra.

2006. Geographic origin of Janaab' Pakal and the "Red Queen": evidence from strontium isotopes. In *Janaab' Pakal of Palenque. Reconstructing the Life and Death of a Maya Ruler*, Vera Tiesler and Andrea Cucina, (eds.), pp. 91-101. Tucson: The University of Arizona Press.

- Price, T. Douglas, James H. Burton, Paul D. Fullager, Lori E. Wright, Jane E. Buikstra, and Vera Tiesler.
2008. Strontium isotopes and the study of human mobility in ancient Mesoamerica. *Latin American Antiquity* 19(2), pp. 167-180.
- Price, T. Douglas, James H. Burton, Robert J. Sharer, Jane E. Buikstra, Lori E. Wright, Loa P. Traxler, and Katherine A. Miller
2010. Kings and commoners at Copan: isotopic evidence for origins and movement in the Classic Maya Period. *Journal of Anthropological Archaeology* 29(1), pp.15-32.
- Price, T. Douglas, and James H. Burton.
2011. *An introduction to archaeological chemistry*. New York: Springer.
- Price, T. Douglas, Seiichi Nakamura, Shintaro Suzuki, James H. Burton, and Vera Tiesler.
2014. New isotope data on mobility at classic Maya Copan, Honduras. *Journal of Anthropological Archaeology* 36, pp. 32-47.
- Price, T. Douglas, James H. Burton, Paul D. Fullager, Lori E. Wright, Jane E. Buikstra, and Vera Tiesler.
2015. Strontium isotopes and the study of human mobility among the ancient Maya. In *Archaeology and Bioarchaeology of Population Movement among the Prehispanic Maya*. Andrea Cucina, (ed.), pp. 119-132. New York: Springer Brief in Archaeology.
- Raab, Mark, Matthew A. Bost, Katherine Bradford, Brian Stokes Y Rebecca B. González Revesz, K.M. Landwehr, J.M., Keybl, J.
2001. Measurement of ^{13}C and ^{18}O isotopic ratios of CaCO_3 using a Thermoquest Finnigan Gasbench II Delta Plus XL continuous flow isotope ratio mass spectrometer with application to Devils Hole core DH-11 Calcite. *U.S. Geological Survey Open-File Report 01-257*, Pp17.
- Redondo, Ortega Ramón.
2006. Fundamentos teóricos y técnicos de los isótopos estables. *Servicio interdepartamental de investigación (Sidi)*. Facultad De Ciencias, C-IX Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.
- Restrepo H. Natalia Andrea
2014. La teoría biosocial: una perspectiva antropológica, en *Revista Facultad de Ciencias Forenses y de la Salud*, ISSN 2011-3331 N°.10 Diciembre, pp. 13-24. Tecnológico de Antioquia, Medellín (Colombia).
- Rivera J.A. y L. Ruiz
1998. *Efectos de la crisis y el ajuste en las condiciones de alimentación- nutrición de población urbana de escasos recursos de la ciudad de México: estudio de caso en una organización popular de Iztapalapa, México*. UAM- Xochimilco. Tesis de Maestría en Medicina Social.

- Rodríguez, José Vicente
2005 *Pueblos, rituales y condiciones de vida prehispánica en el Valle del Cauca*.
Guadalupe. Bogotá.
- Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D.
2019 *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Roma, FAO.
- Rodríguez, M.C. y Ortiz, P.
1997 Olmec ritual and sacred geography at Manatí. *En Olmec to Aztec: Settlement
Patterns in the Ancient Gulf Lowlands*, pp. 68-95, Stark, B. L. y Arnold, P.J.
(Eds.),. University of Arizona Press: Tucson.
- Romano, Arturo
1962 Exploraciones en Tlatilco, México, en Boletín del INAH, Época I, núm. 10, pp.1-
2, INAH, México.
1963 Exploraciones en Tlatilco, México, en Boletín del INAH, Época I, núm. 14, pp.11-
13, INAH, México.
1967 Tlatilco, en Boletín del INAH, Época I, núm. 30, pp.38-42, INAH, México.
- Romer, Martha
2005 Los hijos de inmigrantes indígenas en la ciudad de México. una propuesta de
tipología de identidades étnicas Dirección de Etnología y Antropología Social
Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
<http://www.wgsr.uw.edu.pl/pub/uploads/actas05/03Romer.pdf>
- Rosental, M. y G.M. Straks
1965 *Categorías del materialismo dialéctico*, Ed. Grijalbo S.A., México, D.F.
- Ruiz ,González Judith Lizbeth
2020 *Pervivencia y Cambio en Tonina, Chiapas. Nuevas evidencias óseas del sacrificio
humano en el umbral del Posclásico Maya*. Tesis para obtener el grado de
doctora en Estudios Mesoamericanos. FFyL-IIA, UNAM.
- Salazar García y Silva-Pinto, Verónica
2017 Isótopos en la Prehistoria y Arqueología Valencianas. *Saguntum Extra*, pp.75- 91.
- Sánchez Álvarez M.
2002 Reseña de: Causalidad, cultura y naturaleza: una reflexión acerca de la teoría del
cambio cultural de Julian Steward. *Nueva Antropología* vol. XVIII, núm. 60, PP.
121-124. D.F.
- Sanders, William T.
1962 Cultural ecology of nuclear Mesoamerica. *American Anthropologist, New Series*,
Vol. 64, No. 1, Part 1. pp. 34-44.

Sánchez Cañadillas, Elias

2014 La aplicación de isótopos estables en la arqueología: el caso del O^{18} en los restos óseos de una población de la edad del bronce de la Mancha: La Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real). En *Arqueología y Territorio*, Issn-E 1698-5664, N° 11, pp. 15-24.

Santos Jara, Enrique.

1991. Migraciones internas e identidad cultural (Escuela de Sociología de la Universidad de Cuenca, Ecuador), *XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología*, celebrado en La Habana, Cuba.

Sealy, J. C., Van Der Merwe, N. J., Sillen, A., Kruger, F. J., y Krueger, W. H.

1991 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ as a dietary indicator in modern and archaeological bone. *Journal of Archaeological Science* 18, pp. 399–416.

Seinfeld, Daniel M., Christopher Von Nagy B , Mary D. Pohl

2009. Determining olmec maize use through bulk stable carbon isotope analysis. *Journal of Archaeological Science*. Vol. 36, pp. 2560-2565.

Seitz, R., G.E. Harlow, v.B. Sisson y K.E. Taube

2001 Olmec blue and Formative Jade, sources: New discoveries in Guatemala, *Antiquity*, 75, pp. 687-688.

Sierra Sosa, Thelma, Andrea Cucina, T. Douglas Price, James H. Burton, and Vera Tiesler.

2014. Maya coastal production, exchange, lifestyle and population mobility: a view from the port of Xcambó, Yucatán, México. *Ancient Mesoamerica* 25, pp.221-238.

Schaaf, Peter, Gabriela Solís, Linda R. Manzanilla, Teodoro Hernández, Becket Lailson Y Peter Horn

2012 Isótopos de estroncio aplicados a estudios de migración humana en el centro de barrio de Teopancazco, Teotihuacán, pp. 425-448. En *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacán*, Linda R. Manzanilla (editora) UNAM-IIA.

Scherer, Andrew K.

2017. Bioarchaeology and the Skeletons of the Pre-Columbian Maya. *Journal of Archaeological Research* 25, pp.133-184.

Scherer, Andrew K., and Lori E. Wright.

2015. Dental morphometric and strontium isotope evidence for population history at Tikal, Guatemala. In *Archaeology and Bioarchaeology of Population Movement among the Prehispanic Maya*, Andrea Cucina, (ed.), pp. 109-118. New York: Springer Brief in Archaeology.

- Schoeninger, M.J.
2009 Stable isotope evidence for the adoption of maize agriculture, en *Current Anthropology* 50 (5), pp. 633-40.
- Schoeninger, M. J., M. J. Deniro, And H. Tauber.
1983. Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science* 220:1381-1383.
- Schoeninger, M. J., Deniro, M. J.
1984 Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *ELSEVIER Geochimica et Cosmochimica*, acta 48, 1984, pp 625-639.
- Schortman, Edward
1989 Interregional interaction in Prehistory: The need for a new perspective, En *American Antiquity*, Vol. 54, pp. 52-65.
- Schoeninger Margaret J.
1979 Dietary reconstruction at Chalcatzingo a formative period site in Morelos, México. University of Michigan Press.
- Schoeninger, M. J., M. J. Deniro, And H. Tauber
1983 Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diet. *Science* 220, pp.1381-1383.
- Schoeninger, M. J., Deniro, M. J.
1984 Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *ELSEVIER Geochimica et Cosmochimica*, acta 48, 1984, pp 625- 639.
- Sharer, Robert J.
1978 The Prehistory of Chalchuapa, *El Salvador, Vol. 3; Pottery and Conclusions*. Museum Monographs, The University Museum. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Smith, Bruce D.
2005 Reassessing Coxcatlan Cave and early history of domesticated Plants in Mesoamerica, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp. 9438-9445. vol. 102.
- Somerville, Andrew D., Mikael FAuvelle, Andrew W. Froehle
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), pp. 1539-553

- Stark, Barbara
 2017 Figuring Out the Early Formative Period. En *The San Lorenzo Olmec and Their Neighbors: Material Manifestations*, Jeffrey P. Blomster and David Cheetham (eds.), pp. 288-311. Cambridge University. Press, Cambridge
- Stirling, Matthew
 1955 *Stone Monuments of Río Chiquito, Veracruz, Mexico*. Anthropological Papers No. 43, Bureau of American Ethnology Bulletin 157. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Spence, Michael W, Christine D. White, Fres J. Longstaffe, Evelyn C. Rattray Y Kim R. Law
 2004 Un análisis de las proporciones de los isótopos del oxígeno en los entierros del barrio de los comerciantes. *La costa del Golfo en los tiempos teotihuacanos: propuestas y perspectivas. Memorias de la segunda mesa redonda de Teotihuacan*, pp. 469-492. Instituto Nacional de Antropología e Historia. D.f.
- Stark 2017
 Streuli, Samantha A.
 2016. *Maize, meat, and migration: stable isotope analysis at Chalcatzingo, Morelos, México*. A Thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree Master of Arts in Anthropology. University Of California San Diego.
- Suzuki, Shintaro.
 2015. *Población y organización socio-política en el Valle de Copán, Honduras, durante el periodo clásico, y sus implicaciones en la dinámica de fundación y colapso del Estado Copaneco*. Ph.D dissertation. Mexico City: Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Investigaciones Filológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Symonds, Stacey, Ann Cyphers Y Roberto Lunagómez
 2002 *Asentamiento Prehispánico En San Lorenzo Tenochtitlán*. UNAM, Iia, México, D.F.
- Talavera González Jorge Arturo, Juan Martín Rojas Chávez, Enrique García García
 1999 ¿Qué es esa cosa llamada bioarqueología?, *Diario de Campo, Boletín*.
www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/download/43222/39239
- Terrazas Mata Alejandro
 1998 ¿Qué es, si es que es algo, una teoría biosocial en antropología física? *Boletín de Antropología Americana*, No. 33, pp. 115-128. Pan American Institute of Geography and History.
 1999 Los procesos de hominización desde una teoría de la coevolución humana: I.-el plioceno y el pleistoceno inferior. *Boletín de Antropología Americana*. (35) pp. 23-36. México: Panamerican Institute of Geography and History.

- Tiesler Blos, Vera
 2006 *Bases conceptuales para la evaluación de restos humanos en arqueología*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Tolstoy, Paul
 1989 Coapexco and Tlatilco: Sites with Olmec Materials in the Basin of Mexico, en *Regional Perspectives on the Olmec*. Robert J. Sharer and David C. Grove, (eds.), pp. 85–121. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tortora Gerard J. y Bryan Derrickson
 2013 *Principios de anatomía y fisiología*. 13ª Edición, editorial médica Panamericana.
- Torres, J., Farmer, A. y Bucher, E.H.
 2006 Uso de isótopos estables para determinar conectividad migratoria en aves: alcances y limitaciones. *El Hornero Revista de Ornitología Neotropical*. 21, pp.73-84.
- Tolstoy, Paul
 1971 Utilitarian Artifacts of Central México, en *Handbook of Middle American Indians*, vol. 10, Austin, University of Texas Press.
 1989 Coapexco and Tlatilco: Sites with Olmec Materials in the Basin of Mexico. In *Regional Perspectives on the Olmec* (Robert J. Sharer and David C. Grove, (eds.), pp.85–121. Cambridge University Press, Cambridge.
- Trigger, B. G.
 1978 *Time and traditions: essays in archaeological interpretation*. University Press, Edinburgh.
 1991 Distinguished lecture in archeology: Constraint and freedom-a new synthesis for archeological explanation. *American Anthropologist* 93, pp.551-569.
- Uberlarker, D.
 1996 Skeletons Testify: Anthropology, in Forensic Science AAPA Luncheon Address: April 12, 1996. *Yearbook of Physical Anthropology* (39), pp. 229- 244.
- VanDerwarker, Amber, M y Robert P. Kruger
 2012 Regional Variation in the importance and uses of Maize in the Early and Middle Formative olmec Heartland: New archaeobotanical data from the San Carlos Homestead, Southern Veracruz. *Latin American Antiquity*, pp. 509-532, V 23, Issue 4.
- Vargas G., Luis A.
 1973 *Estudio de los caracteres craneanos discontinuos de la población de Tlatilco*, Tesis profesional, Escuela Nacional de Antropología e Historia, INAH, México
- Velásquez García Erik
 2010 Los Habitantes Más Antiguos Del Actual Territorio Mexicano, En *Nueva Historia General de México*, Pp.17-70. CONACULTA- COLMEX.

- Villamar, Becerril Enrique
 2002 Estudio osteológico y taxonómico de entierros olmecas del periodo Preclásico de San Lorenzo, Veracruz. Tesis de licenciatura, ENAH, México, D.F.
- Warinner C, Tuross N.
 2010 Brief Communication: Tissue Isotopic Enrichment associated with growth depression in a pig: implications for Archaeology and Ecology”, *American Journal of Physical Anthropology*, 141, pp. 486-493.
- Wendt, C.J.
 2003 *Early Formative Domestic Organization and Community Patterning in the San Lorenzo Tenochtitlán Region, Veracruz, Mexico*. Un published Ph.D. Dissertation, Pennsylvania State University.
- White, Timothy, y P. A. Folkens
 2000 *Human Osteology*. 2da. Edición. Academic Press, San Diego.
- White Christine D.
 1999 *Reconstructing Ancient Maya Diet*. University Of Utah Press, Salt Lake City.
- White, Christine D, Fred J. Longstaffe And Kimberly R. Law
 2001 Revisiting the Teotihuacan connection at Altun Ha, oxigen- isotope analysis of tomb F- 8/1. *Ancient Mesoamerica*, 12. Cambridge University Press, U.S.A.
- White, Christine D, Michael W. Spence, Fred J. Longstaffe, Hillary Stuart- Williams And Kimberly R. Law
 2002 Geographic identities of the sacrificial victims from the feathered serpent pyramid, Teotihuacan: implications fro the nature of state power. *Latin American Antiquity*, Vol 13. N°2.
- White, Christine D, Rebecca Storey, Fred J. Longstaffe And Michael W. Spence.
 2004. Immigration, assimilation, and status in the ancient city of Teotihuacan: stable isotopic evidence from Tlajinga 33. *Latin American Atiquity*, Vol. 15 N°2.
- White, Christine D., T. Douglas Price And Fred J. Longstaffe
 2007 Residential histories of the human sacrifices at the moon pyramid, Teotihuacan: evidence from oxygen and strontium isotopes. *Ancient Mesoamerica vol.3*.
- Whittington SL, Reed DM.
 1997 *Bones of the maya: studies of ancient maya skeletons*. Smithsonian Institutio Press, Washington, D.C.
- Williams, Howell y Robert F. Heizer.
 1965 Sources of Stone used in prehistoric Mesoamerican sites, en Contributions of the University of California archaeological Research Facility, 1, pp.1-39.

- Williams, J. S., White, C. D. Y Longstaffe, F. J.
 2009. Maya marine subsistence: isotopic evidence from Marco Gonzalez and San Pedro, Belize. *Latin American Antiquity*, 20, pp. 37-56.
- Williams, Howell y Robert F. Heizer.
 1965 Sources of Stone used in prehistoric Mesoamerican sites, en Contributions of the University of California archaeological Research Facility, 1: 1-39.
- Wing, E., y Brown, A.
 1979a Cultural attitudes to subsistence. En *Paleonutrition. Method and theory in prehistoric foodways*. E. Wing y A. Brown (eds.), pp. 11–16. New York: Academic Press.
 1979b Filling dietary requirements. En *Paleonutrition. Method and theory in prehistoric foodways*. E. Wing y A. Brown (eds.), pp. 45–70. New York: Academic Press.
- Wicke, Charles
 1971 *Olmec, A nearly Art Style Of Precolumbian México*. The university Of Arizona Press, Tucson.
- Wright, Lori .E.
 1997 Intertooth patterns of hypoplasia expression: implications for childhood health in the Classic Maya collapse. *American Journal of Physical Anthropology*, 102(2), 233-247.
 2005 Identifying immigrants to Tikal, Guatemala: defining local variability in strontium isotopes ratios of human tooth enamel. *Journal of Archaeological Science* 32, pp. 555- 566.
 2012. Immigration to Tikal, Guatemala: evidence from stable strontium and oxygen isotopes. *Journal of Anthropological Archaeology* 31(3), pp.334-352.
- Wright, Lori E, Juan Antonio Valdes, James H. Burton, T. Douglas Price, and Henry P. Schwarcz.
 2010. The children of Kaminaljuyú: isotopic insight into diet and long distance interaction in Mesoamerica. *Journal of Anthropological Archaeology* 29, pp.155-178.
- Wrobel, Gabriel D., Carolyn Freiwald, Amy Michael, Christophe Helmke, Jaime Awe, Douglas J. Kennett, Sherry Gibbs, Josalyn M. Ferguson, and Cameron Griffith.
 2017. Social identity and geographic origin of Maya burials at Actun Uayazba Kab, Roaring Creek Valley, Belize. *Journal of Anthropological Archaeology* 45, pp.98-114.
- Yesner D., M. Figuerero Torres, R. Guichón Y L. A. Borrero
 1991 Análisis de isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3 (2), pp.182-191.

APÉNDICE A:
Muestras arqueológicas de San Lorenzo - Cánidos



Ann 25, temporada 1994, D5-30. Canido, 1er molar inferior izquierdo. S4-5 E5-8 Capa IX, verde grisácea, profundidad: 360-380CM. Excavo: LGL.



Ann 28, temporada 1994, D5-30. Canido, 1er molar inferior izquierdo. S4-7 E5-8 Capa IX verde grisácea, profundidad: 340-360CM. Excavo: LGL.



Ann 33, temporada 1996, Barranca del Jobo. Canido, premolar izquierdo. Block 1, Anomaly 1, Capa 1, asociado a piso. Excavo: C.W.



Ann 38, temporada 1996, B. del Jobo. Canido, canino. Capa VIII. Profundidad: 210-229 CM. Excavo: C.W.



Ann 41, temporada 1995, Parcela Félix D. Canido, incisivo. Un50-53, E0-2, Capa VII. Profundidad: 342-362CM. Excavo: A.H.P



Ann 44, temporada 1995, Parcela Félix D. Canido, premolar. Un 50-53, E0-2, capa VII arena gris. Profundidad: 362-384CM. Excavo: A.H.P.



Ann 50, temporada 1993, SLT 14- Monumento 14. Mandíbula izquierda. 2-3 N, 1.5-2.5 E, Capa IV Piso café amarillento y piso rojo. Profundidad:338. Excavo: M.V.G.



Ann 51, temporada 1992, Loma del Zapote. Canido, molar 1, maxilar derecho. N9-12, W 3.7-6.7. Profundidad: 200-210 cm. Excavo: E.S.L.E.



Ann 54, temporada 92, Loma del Zapote Canido, premolar 4, mandíbula derecha. Debajo del piso J. Profundidad: 200cm. Excavo: E.S.L.E.

Muestras arqueológicas de San Lorenzo - Humanos



Ann1-M18, Temporada 2006, Parcela Margarito Hdez. Mandíbula de humano. Núcleo 126, estrato 7. Arcilla arenosa gris obscuro. Excavo: V.P.G. 5-9-06



Ann2-M18, Temporada 1995, Parcela Félix D. Cráneo- occipital de humano. N0-3, E0-2, IX gris moteado barroso. Profundidad: 448-468. Excavo: P.G.I. 21-III-95.



Ann 3-M18 y Ann 181, Temporada 1993 Las Treinta, Loma del Zapote, entierro 1. U.1 #20. Tibia izquierda.



Ann 4- M18, Temporada 1994, A3 Terraza Grande. Entierro 1. N2-3, W0-3, rasgo 3, basurero. Clavícula



Ann 5- M18, 1992, Loma del Zapote, Las Treinta. Entierro 1, Capa IVS0-4, W4-5, S3-4, W0-4. Profundidad 170 cm. ESLE 18-5-92. Peroné



Ann 6- M18, Loma del Zapote, Las Treinta. U.1 # 20. 150-160. Entierro 1b. Clavícula derecha



Ann7-M18, Temporada 1994, A3 Terraza grande. Entierro 2. Basurero. Fragmento de temporal.



Ann8 -M18, Temporada 1993, A4 Ilmenitas. Entierro 1 Rasgo 26, hueso #16 2.5S 9-12E. Profundidad: 304-309. Hueso largo.



Ann9-M18, Barranca del Jobo, Temporada 1996. Bloque sur- anomalía 1 p3-20. Profundidad: 290-330. Excavo: MNG 27-III-96. Mandíbula.



Ann 11-M18, Parcela Alejandro Hernández, Temporada 2007. Núcleo 65. p sur- central, estrato 7. Vértebra.

APÉNDICE B: Muestras arqueológicas de Tlatilco



Ann 12- 18, Temporada IV, entierro 8, calas I y IV, profundidad: 165cm a 183cm, vertebra.



Ann 13- 18, Temporada IV, entierro 93, Cala L, profundidad:128-135cm, cráneo.



Ann 14- 18, Temporada IV, entierro 102, Se halló entre las calas XLIII y XLVIII, vertebra.



Ann 74, Temporada IV, entierro 104, cráneo. cala XLIX, profundidad:180 a 194cm.



Ann 76, Temporada IV, entierro 113, cala XLVII, profundidad: 194-195cm, cráneo.



Ann 78, Temporada IV, entierro 199, EE-11, FF-11, sacro.



Ann 80, Temporada IV, entierro 203, cuadros JJ-10,11; II-9,10,11. costilla.



Ann 82, Temporada IV, entierro 208, costilla. Cuadros EE-11,12,13, FF 12, 13.

APÉNDICE C: Muestras arqueológicas de Chalcatzingo



Ann 15-M18, Temporada 1974- T20, entierro 4b. Segundo molar inferior izquierdo.



Ann16- M18, Temporada 1973 Plaza Central, entierro 3. Segundo molar inferior derecho



Ann 17-M18, Temporada 2012, PC4 lado sur, entierro 14. Tercer molar.



Ann18-M18, Temporada 1973- T-25 altar, entierro 14. Primer molar inferior derecho.



Ann19-M18, Museo 2004, entierro 2. primer y segundo molar inferiores izquierdos.



Ann20-M18, Temporada 74 T-20, entierro 3. Segundo molar superior derecho.



Ann21-M18, Temporada 1973-T-25 altar, entierro 6. Primer molar inferior izquierdo.



Ann22-M18, Temporada 1974, T-20, entierro 6. Primer molar inferior derecho.



Ann 23-M18, Temporada 1973 T-20, entierro 10. Tercer molar.



Ann 97, Temporada 2004, U. habitacional, entierro 7, premolar superior.



Ann 105, Temporada 2012, U. habitacional, elemento 6. Primer molar superior.

APÉNDICE D
Muestras contemporáneas de San Lorenzo - flora



Ann 8, Chipile, Las Camelias.



Ann 9, Quelite, Las Camelias.



Ann 10, Cacao, Las Camelias.



Ann 11 y 12, Axquiotle, San Lorenzo.



Ann 13, Yuca, San Lorenzo.



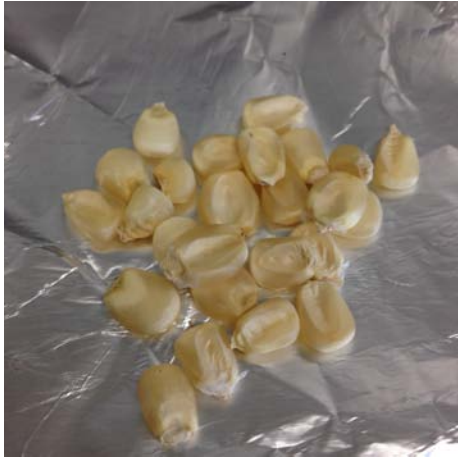
Ann 14 y 15, Nopal, Ribera



Ann 16, Malanga, Ribera.



Ann 17, 18, Calabaza, San Lorenzo.



Ann 19 y 20, Maíz, San Lorenzo.



Ann 21, Frijol, San Lorenzo.



Ann 22, Coyoil, Mapachapa.



Ann 23, Chilpaya, Ribera.



Ann 24, Cilantro de rancho, San Lorenzo.

Muestras contemporáneas de San Lorenzo - fauna acuática



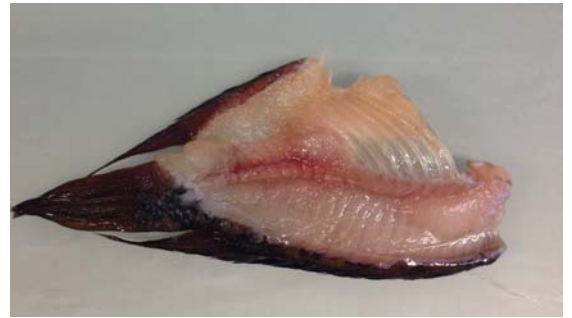
Ann 83, Robalo.



Ann 84, Bagre.



Ann 85, Guabina.



Ann 86, Mojarra Rachi-Rachi.



Ann 87, Mojarra negra.



Ann 88, Mojarra colorada.