



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN ANTROPOLOGÍA**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS**

**TAFONOMÍA E ISÓTOPOS ESTABLES EN RESTOS ÓSEOS HUMANOS EN LA  
CUEVA DE LA SEPULTURA (1200. A C.) TULA, TAMAULIPAS**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

**MAESTRÍA EN ANTROPOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**JESÚE ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ**

**TUTORES: DRA. ABIGAIL MEZA PEÑALOZA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS-UNAM  
MTRO. PEDRO MORALES PUENTE  
INSTITUTO DE GEOLOGÍA-UNAM**

**México D. F. Diciembre 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## Agradecimientos

El presente trabajo de investigación, fue posible gracias al apoyo del Instituto de Investigaciones Antropológicas y a los Institutos de Geología y Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de los proyectos PAPIIT-IN404714 y PAPIIT-IN401513. De manera especial, quedo profundamente agradecido con las personas de las comunidades Joya del Berrendo, Lázaro Cárdenas y del municipio de Tula, quienes en su momento mostraron interés por formar parte de esta ardua labor apoyando de manera desinteresada a nuestro equipo durante el trabajo de campo. De igual forma, queda la gratitud hacia el Ing. Luis Carlos Torre Gómez, delegado del Centro INAH-Tamaulipas y al Dr. Carlos Serrano Sánchez del IIA-UNAM, por las facilidades y apoyo institucional para culminar con este trabajo derivado de los diferentes proyectos iniciados en el 2010.

El trabajo de laboratorio pudo llevarse con éxito gracias al apoyo de la Dra. Isabel Casar Aldrete, así como del Mtro. Francisco Otero y la Dra. Edith Cienfuegos, quienes junto con el personal técnico del Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM, compartieron su tiempo y conocimientos con un servidor. A todos y a cada uno de los que participaron en esta investigación, mi más merecido reconocimiento.

Contenido	
INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO I.....	9
TAFONOMÍA E ISOTÓPOS ESTABLES EN EL ESTUDIO DE PRÁCTICAS FUNERARIAS Y PALEODIETA EN CUEVAS.....	9
Tafonomía de entierros múltiples en cuevas .....	9
Antropología y arqueología de la muerte .....	16
Modelo biocultural para el análisis de las prácticas funerarias en cuevas .....	25
Isótopos estables para la reconstrucción de la dieta y movilidad en el estudio de poblaciones antiguas .....	30
CAPÍTULO II .....	43
ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	43
La investigación en cuevas secas desde la bioarqueología .....	43
Problemática en el estudio de cuevas mortuorias en el Norte de México y Tamaulipas .....	47
El Norte de México y <i>Mesoamérica</i> septentrional.....	56
Problemas relativos en arqueología para la reconstrucción de la dieta y organización social .....	64
Hipótesis.....	69
Objetivo.....	70
Objetivos particulares.....	70
CAPÍTULO III.....	72
MEDIO AMBIENTE; ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS Y LA CUEVA DE LA SEPULTURA, TULA, TAMAULIPAS. ....	72
Orografía y fisiografía de la llanura costera del golfo.....	72
Antecedentes arqueológicos de Tamaulipas.....	77
Secuencia cultural de la región suroeste.....	85
Panorama arqueológico de la región suroeste .....	90
La cueva de la Sepultura, Tula, Tamaulipas .....	95
Localización y acceso.....	98
Conjunto 1 .....	105
Conjunto 2.....	106
Conjunto 3 .....	107
Conjunto 4.....	108
CAPÍTULO IV.....	111
METODOLOGÍA DE ESTUDIO, MATERIALES Y TÉCNICAS .....	111
Aplicaciones del modelo biocultural en cuevas funerarias .....	111
Inventario óseo .....	112
Tafonomía; bioestratinomia y diagénesis.....	115
Roeduras de fauna .....	117

Exposición térmica directa .....	121
Fracturas postmortem.....	124
Metodología para el estudio de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno.....	126
Fuentes de proteína terrestre; plantas C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , CAM y proteína marina .....	129
Procesamiento y extracción de material molecular para colágeno y carbonato estructural en huesos y dientes humanos .....	133
Modelo bivariado y multivariado .....	137
Procedimientos para el análisis isotópico de carbono, nitrógeno y oxígeno .....	143
CAPÍTULO V .....	146
RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	146
Inventario óseo .....	147
Tafonomía .....	151
Isótopos estables.....	169
CONCLUSIONES .....	198

## INTRODUCCIÓN

Uno de los temas que estimula gran interés en nuestra disciplina, tiene que ver con los mecanismos implicados en los procesos de cambio cultural, ejemplo de lo anterior, son aquellos relacionados con la adopción y aparición de la agricultura en los distintos momentos y áreas culturales de México. Para aproximarnos a su estudio, se han desarrollado diferentes recursos teórico-metodológicos que abordan desde varios niveles esta discusión, que pueden ir desde la identificación de diferenciación social a partir de los cambios observados en las prácticas funerarias y sitios de enterramiento, hasta las cuestiones tecnológicas y alimentarias que experimentaron las diversas poblaciones prehispánicas y prehistóricas en el territorio que ocupa actualmente nuestro país. Sobre este último tópico, el análisis osteológico de isótopos estables, es actualmente una de las vías que permiten detallar el estudio integral de dichos problemas, proporcionando información útil por medio del entendimiento de la interacción de los diferentes dispositivos metabólicos, involucrados en la formación estructural de diferentes tejidos y sus variaciones físico-químicas reportadas, en las diferentes partes que conforman el cuerpo humano.

El presente trabajo de investigación, intenta abordar la problemática de las variaciones alimentarias que experimentaron algunas poblaciones antiguas en el noreste del país, poniendo especial atención en la región suroeste de Tamaulipas, misma que histórica y arqueológicamente, se ubica en el plano de la discusión prevaleciente sobre los distintos tipos de estrategias de subsistencia y organización social posibles, en relación con los diferentes entornos ecológicos entre la frontera septentrional *Mesoamericana* y el Norte de

México. En términos categóricos, lo que se ha dado a entender como la compleja interacción entre nómadas y sedentarios.

Una serie de restos óseos humanos procedentes de la cueva de la Sepultura, fechados para el 1200 a. C., en Tula Tamaulipas, ofrece información relevante acerca del entendimiento de los diferentes procesos involucrados en la transición o coexistencia de diferentes maneras de organizar estrategias de subsistencia, lo que ayuda a ampliar nuestra comprensión sobre el problema de las economías mixtas que aquí se venían desarrollando durante el *Formativo* mesoamericano, o bien, *Arcaico medio*. Desde el punto de vista isotópico, identificar los componentes principales que conforma su dieta y movilidad, a partir del análisis de las  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  en muestras de colágeno y bioapatita de hueso y dientes, ofrece una aproximación cuantitativa para diferenciar diferentes fuentes de proteína animal y vegetal, ya sea marina o terrestre, además de aportar indicios sobre su procedencia. La información proporcionada, puede ser interpretada atendiendo los datos del registro arqueológico, como son los elementos dados por diversos análisis palebotánicos, tecnológicos, simbólicos y paleopatológicos.

Lo anterior supone intentar inferir la interacción de estos grupos con su entorno, así como una reconstrucción de su modo y estilo de vida, a partir de la comparación interespecífica con diferentes tipos de poblaciones de cazadores-recolectores-pescadores de la planicie costera del golfo, los cuales investigaciones recientes, han identificado en este tipo de sociedades un patrón de movilidad restringida y variaciones locales en los recursos alimentarios, utilizados según el medio ambiente donde se desarrollan, mecanismos que tuvieron lugar durante un largo periodo de tiempo. Resulta interesante resaltar, que los individuos de la Sepultura, que se desarrollaron principalmente en un entorno de velles

intermontanos, muestran un patrón de dispersión similar al de los grupos establecidos en las áreas riverañas y tierra adentro, en comparación con los establecidos en la costa del sureste de Texas, lo que implicó efectivamente diferencias en la variedad de recursos integrados a sus dietas, según el entorno donde se mueven en diferentes momentos de sus vidas, esto según las diferencias observadas del fraccionamiento isotópico en sus tejidos. Sin embargo, destaca que este mismo grupo de población, muestra proporcionalmente niveles más elevados en sus  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  que las otras sociedades en cuestión, debido a múltiples fenómenos aun pendientes de analizar como el enriquecimiento de estos componentes debido a las características ecológicas en zonas semi desérticas, como por sus características culturales y sociales que propician el uso de economías mixtas, cuestiones que han sido muy poco tratadas hasta el momento en la zona.

En el capítulo 1, se desarrolla el marco teórico de esta investigación, abordando la importancia de la reconstrucción de las costumbres funerarias mediante los estudios de tafonomía, así como de su relación con el de isótopos estables para la reconstrucción de la dieta en poblaciones antiguas. En el capítulo 2, se abordan las cuestiones generales sobre las dificultades que presentan los diferentes hallazgos, en relación a los estudios de bioarqueología en cuevas mortuorias o funerarias dentro de la conceptualización actual del Norte de México. El capítulo 3, trata sobre los antecedentes arqueológicos inmediatos de Tamaulipas, presentando de manera general el problema subyacente a los planteamientos principales de la interacción de las culturas del noreste de México, con las desarrolladas en el sur y sureste de Estados Unidos, vistos en función de la fisiografía mayor denominada llanura costera del golfo, que involucra tanto la porción de México como de Texas. De igual forma, se realiza una breve síntesis de los planteamientos principales en cuanto a la



domesticación temprana de plantas y la aparición de las sociedades sedentarias, tanto las que tienen presencia en la Sierra Madre Oriental y Sierra de Tamaulipas, como en la costa para el *Formativo* hacia la región sur. Finalmente se presenta el contexto arqueológico y ecológico de la cueva de la Sepultura, así como de los materiales osteológicos estudiados en la presente investigación y su relación con el panorama arqueológico anterior.

Debido a las características particulares que presentan los sitios arqueológicos en cuevas, en el capítulo 4 mostramos los métodos y técnicas empleadas en el estudio tafonómico de contextos mezclados, lo que permite conocer a detalle la selección de los materiales empleados para la descripción de huellas bioestratinómicas, como del proceso de extracción y procesamiento de material molecular para el análisis de isótopos de carbono, nitrógeno y oxígeno. Finalmente en el capítulo 5, presentamos los resultados obtenidos de estos estudios, discutiendo las implicaciones más sobresalientes para la reconstrucción de las prácticas funerarias, así como de la paleodieta de dichos grupos, emanando de aquí las conclusiones y planteamientos principales, que versan en la vieja discusión sobre la interacción entre nómadas y sedentarios de la frontera septentrional mesoamericana en el noreste de México.

## **CAPÍTULO I**

### **TAFONOMÍA E ISOTÓPOS ESTABLES EN EL ESTUDIO DE PRÁCTICAS FUNERARIAS Y PALEODIETA EN CUEVAS**

#### **Tafonomía de entierros múltiples en cuevas**

Podemos decir con seguridad, que las cuevas secas resultan de gran valor en cuanto al significado y estudio integral de poblaciones antiguas, pues presentan condiciones de preservación favorables para materiales orgánicos y osteológicos que difícilmente se conservarían en otro tipo de sitios, como son por ejemplo, en espacios a cielo abierto. No obstante, es necesario reiterar que gran parte de las espeluncas exploradas por nuestras disciplinas en el norte del país, con frecuencia han sido alteradas tanto por causas naturales como culturales. En cuanto a la primera, basta mencionar que las espeluncas son resultado de un proceso geomorfológico activo desde hace millones de años, es decir, al no ser espacios estáticos, todo el tiempo están ocurriendo cambios en su interior a causa de numerosos factores entre los que destacan, aspectos de importancia física y química como derrumbes, cambios de temperatura, de acidez y humedad, por actividad de fauna bioespeleológica, microorganismos, etc. (Montero 2011).

En segundo lugar, tenemos las alteraciones antropogénicas relacionadas más con la actividad social y cultural, o sea, modificaciones de bajo o alto impacto resultado de la actividad humana que van desde su sola presencia, hasta las que causan severos daños en el medio ambiente, como pasa actualmente cuando vemos desaparecer porciones completas de formaciones geológicas en el caso de la construcción de grandes carreteras, presas, minas, parques industriales, etc. Por lo tanto, ubicar cuevas, tratar de conservarlas y definir e interpretar el tipo de sociedad que las utilizó en diferentes épocas no es tarea fácil. Esto se

debe a que buena parte del fenómeno de ocupación y re-ocupación de este tipo de sitios por diversos grupos humanos en una misma época y posterior, se debe a procesos de transformación del paisaje (Silva 2013), así como de aquellos que tienen que ver con cuestiones de patrón de asentamiento, demografía y migración.

Cabe señalar aquí, la importancia de la movilidad como un componente de la cultura y complejidad el comportamiento humano, en el sentido de que muchos conceptos y categorías procedentes de diferentes enfoques y disciplinas, coinciden en que dilucidar aspectos que tengan que ver con los movimientos poblacionales a través del tiempo, son fundamentales para explicar sobre todo en el registro arqueológico tópicos como el origen, existencia y permanencia de diferentes rasgos en las sociedades. Este es el caso del intento por identificar mediante diferentes indicadores y secuencias en el registro, si dichos elementos culturales y poblacionales son resultado de pautas sociales y biológicas específicas como migraciones, imposición, conquista o situaciones de reemplazo y mestizaje. El factor común que encontramos entre estas ideas, son los aspectos de la extensión de diferentes rasgos y representaciones de la historia cultural y natural de ciertos grupos en determinadas zonas, identificando a través del descubrimiento, registro y análisis de materiales arqueológicos y osteológicos, aquellos productos que resultan de la materialización de objetos, artefactos, costumbres y hábitos particulares en dichos grupos.

No obstante, se debe mencionar que muchas de estas cuevas en la actualidad son visitadas sin control alguno por aficionados o incluso profesionales relacionados con actividades de montañismo o espeleología, que por falta de conocimiento o a conciencia de que el saqueo y destrucción del patrimonio cultural y natural está penado, modifican sin restricción la disposición de información de los materiales arqueológicos y del medio ambiente. Lo

anterior se menciona aquí, ya que dichas actividades condicionan el desarrollo de nuestras investigaciones en estos sitios, sobre todo en lo referente a los procesos de muestreo para la viabilidad de diferentes tipos de análisis. Dicho en otras palabras, la información que nos interesa puede ser afectada a gran escala desde lo morfológico hasta lo estructural, esto debido a la exposición de sufrir importantes cambios o contaminación situación que de estar presente y no asumirla, conducen comúnmente tanto a errores del muestreo como de la interpretación de datos.

A pesar de contener restos óseos humanos y material orgánico en relativamente buen estado de conservación, entre las principales problemáticas que encontramos en sitios arqueológicos dentro de cuevas en el norte del país, son además de las dificultades en su localización y acceso, el estado de confusión en el que se encuentran los materiales. A todo esto, no sólo nos enfrentamos al problema que implica identificar el carácter propiamente estratigráfico de su situación original y temporalidad, sino también de la sustracción y destrucción de objetos y de los esqueletos, sin mencionar por otro lado la alta concentración de guano y carbonatos, la falta de oxígeno, fauna mayor, tiros, desniveles y derrumbes, factores que en su conjunto representan una gran reto para los investigadores. Estas cuestiones son con frecuencia, la principal problemática al que deben enfrentarse y resolver los arqueólogos y antropólogos físicos, cuando se intenta identificar el tipo de población y comportamiento funerario de los grupos humanos representados en este tipo de sitios, mismos que se encuentran integrados a un paisaje o sistema de interacciones entre lo natural y cultural, óptica ineludible si es que queremos ofrecer explicaciones plausibles sobre el origen, organización social, modo de producción y condiciones de vida por medio de técnicas y métodos actuales de la bioarqueología (Blakely 1977; Brothwell 1987;

Buikstra 1977; Gómez 2012; González *et al.* 2009; Hernández *et al.* 2008; Larsen 1987, 1997).

Por lo tanto conocer aspectos sobre la historia y naturaleza geológica del sitio, además de sus alteraciones más comunes, nos aproxima a establecer medidas que garanticen la información de los materiales obtenidos, o sea, para asegurar su confiabilidad al examinarlos en sus diferentes niveles. Entender así la relación entre las condiciones del ambiente cárstico con el de los materiales arqueológicos, la fauna y éste a su vez con el de la manipulación humana, es fundamental para lograr recabar la mayor cantidad de evidencia que permita inferir diferentes cuestiones y problemáticas que nos planteamos sobre las sociedades del pasado. Así en la arqueología de cuevas y antropología osteológica en general, los estudios sobre tafonomía son necesarios para aproximarnos a conocer la historia de dichos materiales, lo que permitirá establecer previamente las condiciones que presentan y su factibilidad para realizar estudios moleculares, minimizando con ello en la medida de lo posible, los riesgos de una mala interpretación sin mencionar la repercusión en los costos de la investigación.

Lo expuesto anteriormente para este trabajo es importante, pues hay que tomar en cuenta que en el estudio de isótopos estables en colágeno y bioapatita en hueso y dientes, algunos materiales pueden estar modificados en su estructura original precisamente debido a la incursión de otros elementos químicos procedentes del exterior, es el caso de la interacción producida en entornos y sedimentos ricos en carbonatos. Dicho de otro modo, el nivel de diagénesis provoca que se vayan perdiendo o modificando las huellas originales, variando en consecuencia debido a la posible carbonatización y cambios en el pH. Sin embargo, estos problemas actualmente pueden ser controlados mediante la aplicación de

procedimientos que advierten sobre la calidad y cantidad de material molecular, caracterizando previamente su tasa de alteración tafonómica. Entre estos procedimientos tenemos la obtención de los índices de cristalinidad por espectroscopía infraroja o FT-IR (*Fourier Transform Infrared*), que se aplica de manera protocolaria para diagnosticar el grado de diagénesis de las muestras utilizadas en los análisis isotópicos de carbono ( $^{13}\text{C}$  y  $^{14}\text{C}$ ).

Otro procedimiento desarrollado en la purificación y extracción de colágeno y bioapatita en tejido óseo y dental, se hace mediante tratamientos químicos verificando los rendimientos de carbonatos y cristales de apatita tanto en hueso compacto como de la dentina y esmalte, demostrando confiabilidad para su posterior tratamiento en el espectrómetro de masas (Morales *et al.* 2012). De igual forma no hay que olvidar el que aplica en el estudio morfológico de la densidad y estructura ósea o dental, que mediante la evaluación de imágenes obtenidas con microscopio electrónico de barrido, prestamos atención a la presencia y estado de las fibras de colágeno y cristales de apatita, mismos en el que se depositan los paquetes de diferentes moléculas como pueden ser las de carbono, nitrógeno y oxígeno. Dichos procedimientos se aplican en arqueología con otros isótopos como la relación estroncio/zinc (Sr/Zc), cuando se pretende evaluar los diferentes efectos de la dieta y su relación con los cambios y oscilaciones de los ecosistemas (Morales *et al.* 2012), así como para la extracción de ADN antiguo (Aguirre *et al.* 2011).

Hemos mencionado hasta el momento, algunos de los problemas más frecuentes que se nos pueden presentar en el estudio de prácticas funerarias y arqueología molecular en espeluncas secas, mismas que forman parte de un complejo mayor o sistema a gran escala en el entorno. Sin embargo, en la práctica identificar lo anterior mediante el registro

arqueológico en cuevas sigue siendo un verdadero reto (Hester *et al.* 1997), pues el contexto generalmente no se presenta obvio a primera instancia debido a las diferentes afectaciones tanto naturales como culturales. En este sentido, la pertinencia de estudios que emplean modelos sobre la historia tafonómica de un depósito, en contextos que contienen restos óseos ya sea de fauna o humanos mezclados se hace compatible, pues en estos encontramos diferentes planteamientos útiles en el intento por explicar los procesos de formación y transformación de un sitio alterado por agentes naturales y culturales (Bautista *et al.* 2004; Duday 2000; Montero 2008; Pereira ; Simmons 2007).

Cabe recordar que la tafonomía surge en 1940 gracias al paleontólogo ruso I. Efremov, el cual refiere a las leyes implicadas en la transición de los materiales orgánicos de la biósfera a la litósfera, es decir, al proceso entre el momento de la muerte de un organismo hasta los que logran su posterior fosilización. Actualmente este principio se ha extendido a disciplinas como la antropología biológica de campo, bioarqueología y ciencias forenses, abarcando comprender también los procesos anteriores y posteriores a todo tipo enterramiento, estudiando así los cambios que la materia orgánica sufre al modificar su disposición original (Lyman 1994). Como podemos ver, dicho enfoque es aplicable al estudio de cuevas secas en Tamaulipas y del Norte de México en general, pues como se ha venido advirtiendo, este tipo de contextos comúnmente sufren grandes destrozos debido a los derrumbes, la presencia de y acción de fauna carroñera, insectos, de los recolectores de nitro, el guano y saqueadores que por la búsqueda de supuestos tesoros, afectan de manera irreversible este invaluable legado arqueológico. El resultado, factores de alteración o contaminación de material en su estructura morfológica y bioquímica que hay que considerar, pues el estudio molecular se fundamenta en la interacción de diferentes

elementos tanto orgánicos como inorgánicos. Es decir, si de por sí esta relación puede ocurrir de manera natural, en la medida que conozcamos los niveles en los que interactúan dichos elementos, así como de los procesos implicados en la formación y transformación de un depósito funerario múltiple, podremos asumir los riesgos y tener un control mayor sobre los resultados en este tipo de trabajos. Para tal efecto, es recomendable en la medida de lo posible estudiar además del contexto sistémico al arqueológico, la utilización previa de procedimientos tanto de FT-IR como de rendimientos para conocer la concentración de carbonatos en los sedimentos formados en las cuevas. En este sentido, el nivel de carbono previo se puede contrastar también con el obtenido de los restos óseos o materia orgánica que tuvo contacto entre sí.

La cuestión que plantearemos en este trabajo, es cómo abordar teórica y metodológicamente una densidad de materiales arqueológicos depositados en un espacio cerrado entre sedimentos finos y rocosos sin aparente orden alguno. En el caso particular de la cueva de la Sepultura en Tamaulipas; restos óseos humanos mezclados entre sí con los de otros individuos, fragmentos de tejido momificado, cabello, petates, cordelería, uno que otro artefacto que pasó inadvertido para los saqueadores, así como la presencia de restos botánicos antiguos (Velasco 2011; Velasco *et al.* 2013), que en caso de haber sido introducidos de manera intencional por estas poblaciones, su estudio y contraste con los datos propiamente isotópicos, resulta fundamental para ampliar nuestras inferencias sobre su historia cultural a través del consumo de cierto tipos de alimentos y por supuesto, cambios en las estrategias de subsistencia. Dicho enfoque tiene paralelo con el análisis formal de las prácticas funerarias (Binford 1971; Hodder 1994; O'Shea 1984), lo que nos puede ayudar a plantear una primera aproximación sobre el tipo de sociedad aquí



representada, apoyada necesariamente con la información derivada del análisis osteológico. De ahí la justificación de retomar la serie de conceptos y nociones empleadas en trabajos anteriores, sobre el tema de la muerte en contextos arqueológicos (Abad 2006; Crespo 2000; Velasco 2009), tópico ampliamente discutido por nuestras disciplinas para *Mesoamérica*, pero hasta ahora muy poco empleado al tema de entierros humanos en cuevas secas del Norte de México.

### **Antropología y arqueología de la muerte**

En antropología el interés por destacar la información de los entierros humanos, se remonta cuando menos a los trabajos de Frazer en 1871 y Taylor en 1886, desde entonces, este tema ha formado parte de múltiples etnografías durante el desarrollo de la teoría social y antropológica contemporánea. Sin embargo, es hasta la segunda mitad del siglo XX que se intenta aplicar al análisis funerario el problema de la reconstrucción social en poblaciones desaparecidas (Crespo 2000). En México este tema es muy vasto, pues investigaciones arqueológicas en diferentes culturas prehispánicas a lo largo de todo el territorio, frecuentemente demuestran yacimientos con restos óseos y registros que privilegian e institucionalizan la imagen de osamentas humanas. Dicho de otra forma, en todas las culturas de *Mesoamérica*, encontramos numerosas y variadas formas de representar la idea de la muerte y en muchos casos, los depósitos finales de los restos físicos utilizados según sea su contexto funerario.

Ya sea para enfrentar los procesos de muerte natural, o bien, las que tienen que ver más con intencionalidad, todas estas culturas comparten un factor común, el cual podemos ver reflejado en el registro arqueológico cuando se identifican depósitos funerarios y se

comprenden la particularidades del grupo, mediante el análisis del tratamiento dado al cuerpo y las características de este mismo. Esto nos habla de algún modo, sobre el culto y el tipo de ideas que es capaz de producir la mente humana en el manejo del fenómeno biológico de la muerte, no obstante, también nos habla de la enorme diversidad y riqueza simbólica y poblacional de las sociedades del pasado, lo que una vez integrados en su conjunto al proceso de investigación antropológica, permite contar con un patrimonio de verdaderos acervos de las poblaciones humanas prehispánicas y prehistóricas de México (Márquez *et al.* 2011). Al respecto, la *Nueva Antropología física* de la mitad del siglo pasado (Comas 1983; Fuentes 2010), influenció la escuela mexicana desarrollando el interés por recuperar y analizar enterramientos humanos tanto de contextos mesoamericanos como del norte del país, ofreciendo así en el campo de la osteología antropológica, un papel básico en la investigación arqueológica, histórica y de manera reciente, el ámbito forense.

Dicha escuela entre otras cosas, destaca el estudio de los sistemas de enterramiento o prácticas funerarias en conjunto con los datos provenientes del esqueleto humano, estableciendo la necesidad de generar relaciones consistentes entre variables culturales y biológicas de manera integral, es decir, con una preparación adecuada, se llevan a cabo estudios en los que se interviene de manera activa para la obtención de los materiales, excavación y exploración de los enterramientos humanos y de sus ofrendas asociadas, es decir de los elementos biológicos y culturales, mismos que al ser analizados individual y conjuntamente aportan resultados y conclusiones de nivel biocultural, mismos que permiten tipificar desde muchos puntos de vista a las poblaciones humanas desaparecidas, facilitando

a su vez una mayor evaluación del desarrollo alcanzado en función de su medio ambiente (López *et al.* 1976: 5).

Como podemos apreciar, la osteología antropológica es de gran ayuda en los estudios arqueológicos, pues en conjunto son capaces de abordar la variedad de contextos aplicando criterios y procedimientos específicos dependiendo de cada situación y circunstancia, demostrando su utilidad en el estudio de la diversidad de individuos y grupos humanos pretéritos. En este sentido, existen diferentes escuelas que han desarrollado metodologías tanto para la exploración y análisis integral de esqueletos humanos en relación con los sistemas funerarios, aportando conceptos y categorías propias dentro de la llamada arqueología de la muerte (Banning, 2002; Pearson, 2001), la antropología biológica de campo (Duday, 1997), o bien, la bioarqueología (Larsen, 1987, 1997, Buikstra, 1977), esta última valiéndose del enfoque biocultural. Este último concepto, se utiliza en antropología física para explicar al hombre al mismo tiempo como ser biológico y social, lo cual implica entre otras cosas, considerar en el modelo interpretativo variables de tipo social, económico, simbólico, político, cultural y biológico (Hernández, 2006).

Desde esta perspectiva, se aborda el problema de contextualizar la información derivada del esqueleto humano con los del dato propiamente arqueológico, no sin antes definir la base conceptual empleada mediante un modelo de análisis, que permita integrar diferentes niveles de información de manera independiente pero complementaria. Esto supone trabajar sistemáticamente la interpretación de datos de forma holista, dando sentido a la propuesta del presente trabajo en relación a la reconstrucción de las prácticas funerarias, tipo de dieta y procedencia, elementos necesarios para aproximarnos a una lectura mayor sobre la sociedad representada en la cueva de la Sepultura en Tamaulipas. Dicho de otro modo, se

sugiere inferir las prácticas funerarias a partir de procedimientos y análisis tafonómicos para describir su sistema de enterramiento, posteriormente se complementa y contrasta dicha información, con los datos derivados del análisis osteológico en diferentes niveles, donde incluimos la extracción, procesamiento, análisis e interpretación de material molecular. Para tal efecto, los datos obtenidos deben ser asumidos a razón de algunas nociones y principios circunscritos dentro de la antropología y arqueología de la muerte que exponemos a continuación.

Desde la perspectiva de las sociedades contemporáneas, una gran parte de la información que conocemos sobre el comportamiento funerario en nuestra especie, lo podemos encontrar en la etnografía, la filosofía y el arte como algunos de sus principales exponentes. Por lo mismo, puede que algunos conceptos y categorías parezcan inapropiados para aplicarlos a sociedades antiguas, sin embargo, esto no limita su potencial de análisis, pues estamos de acuerdo con Crespo (2000), en que los análisis formales para el estudio y comparación de los sistemas funerarios en las sociedades humanas desaparecidas parten de dos cuestiones fundamentales: 1) Con el problema de las reconstrucciones sociales para identificar diferenciación social en un sitio, o bien, aspectos generales de la organización y la complejidad de sociedades pretéritas empleando grupos de sitios y 2) Haciendo uso del contexto funerario para conocer otros procesos de los sistemas sociales.

Visto desde una perspectiva biocultural, dichas ideas también permiten el estudio del cambio diacrónico, demostrando con ello la amplia gama de información que brindan los entierros de cualquier contexto arqueológico, histórico y forense. Según Crespo (2000), Binford (1971) es uno de los primeros en definir que la posición del individuo, el tamaño y la composición de atavíos relacionados con su estatus social, constituyen el principal

vehículo para identificar lo que conocemos como diferenciación funeraria. Por lo anterior, se atribuye a este último autor en ser uno de los primeros en identificar la existencia de una conexión sistemática entre diferenciación funeraria y posición social, al probar las regularidades de las facetas que contiene la posición social del individuo al morir, con los diversos vínculos que tenía con otros miembros de la sociedad (Crespo 2000). Aquí es importante añadir como variable el entorno, ya sea el medio ambiente natural y cultural tanto a nivel local como regional, pues son constantes en todo componente estructural de cualquier sociedad. Pese a que esta idea puede ser duramente criticada, seguramente debido a la problemática de aplicarse a sociedades carentes de registro etnográfico y fuentes escritas, además de otras excepciones paradójicas como las que bien apunta Malvido (1997) y Abad (2006), los trabajos de Binford son los primeros en explorar las regularidades que unen los aspectos de la sociedad viviente con su proceder en el tratamiento de la muerte, señalando que la diferenciación funeraria: a) Constituye un patrón y sus elementos están conectados con otros aspectos del sistema sociocultural. b) Es consistente con la posición social que tuvo el individuo dentro de la sociedad. c) Su complejidad estará en relación directa con la complejidad de la sociedad (Crespo 2000).

Aunque ya se mencionó que este enfoque se basa principalmente en información propia del trabajo etnográfico, estos aspectos pueden ser aplicados a sociedades desaparecidas, con las reservas de que deben interpretarse en función de otros datos arqueológicos y osteológicos que permitan contrastar los elementos del contexto funerario, entorno, vida cotidiana, organización social e ideología (Abad 2006). De este modo, para el estudio de las prácticas funerarias en sociedades pretéritas, John M. O'Shea (1984) desarrolla una serie de principios y supuestos básicos para abordar el fenómeno de la variabilidad funeraria en

contextos arqueológicos con entierros humanos. Dicho autor desde de un enfoque procesual, sostiene que el cambio en la conducta funeraria se produce cuando se altera la expresión simbólica que refleja las categorías de diferenciación social en dichas prácticas, de hecho aun cuando esas categorías permanezcan constantes (para mayor detalle véase Crespo 2000).

Esta postura como aproximación para comprender la variabilidad de las prácticas funerarias propició que dichos principios, sirvan para plantear una forma de integrar plenamente las regularidades conductuales relacionadas al comportamiento funerario. En otras palabras, revelan una serie de procesos que probablemente determinan la manifestación arqueológica a dicha conducta, resaltando los elementos que actúan en la variabilidad cultural de los contextos con entierros para su estudio y comparación (Crespo 2000). A continuación repasamos dichos principios y los supuestos que las producen, ya que creemos son importantes porque encierran una serie de consideraciones que aplican también para el presente trabajo:

*PI.-* Todas las sociedades emplean algún procedimiento o conjunto de procedimientos regulares en el tratamiento de la muerte.

*Supuesto.-* Este primer principio es universal, ya que todos los humanos mueren, pero en el momento en que la sociedad se enfrenta a este hecho natural involucra la dimensión social y la variabilidad en la costumbre funeraria, por consiguiente constituye un marcador cultural verdaderamente singular del comportamiento humano.

Consideraciones:

Los restos de un individuo que no es miembro de un grupo social, reciben un tratamiento radicalmente diferente de aquellos restos pertenecientes a los miembros del grupo (por ejemplo, cautivos de guerra, algunos casos de canibalismo, etc.).

La salida de un individuo de su sociedad como miembro que fue, no elimina totalmente sus restos físicos del espacio de los vivos (conservación de segmentos corporales entre los allegados), así como la respuesta de los vivos al disponer el cuerpo de un individuo muerto ante situaciones anormales o catastróficas (epidemias, masacres, etc.).

*P2.*- Una población esquelética exhibirá las características demográficas, fisiológicas y morfológicas de su población.

*Supuesto.*- Preservación, registro y recuperación completa de los restos óseos humanos dentro del contexto funerario.

Consideraciones:

Algunas prácticas culturales específicas pueden distorsionar en forma sistemática la composición demográfica de la población esquelética, del mismo modo, el uso discontinuo de un depósito funerario subrepresentará el tamaño de la población viva. En este sentido, los sitios de enterramiento usados en un periodo de tiempo relativamente breve, pueden resaltar los términos de fluctuación de los parámetros demográficos fundamentales, es decir, aunque se produzca alguna distorsión en el contexto demográfico de una población cuando intervienen los factores culturales comprendidos en las prácticas funerarias, es decir, la estimación aproximada de los parámetros vitales de una sociedad pretérita.

*P3.-* Dentro de un sistema de enterramiento, cada sujeto representa la aplicación de una serie de directrices autorizadas y predispuestas por la sociedad pero que atañen directamente a ese individuo. La sociedad normará y circunscribirá las prácticas funerarias, incluyendo el tratamiento específico dado al cuerpo de todos los miembros de la sociedad que mueren. En este sentido, el tratamiento del cuerpo irá de acuerdo con la posición social que tuvo el individuo en vida. Así mismo, a los aspectos centrales de este tercer principio se suman los que se plantean desde los estudios etnográficos, los cuales sugieren a su vez dos relaciones adyacentes que se expresan en los siguientes corolarios:

*P3a.-* La naturaleza de la sociedad da las pautas y circunscribe las prácticas para la disposición del muerto.

*P3b.-* El tratamiento específico otorgado al individuo cuando muere, será consistente con la posición social del individuo en vida.

*Supuesto.-* Un grupo de directrices culturales y sociales controla las características del entierro.

Consideraciones:

Este principio especifica la relación existente entre los restos arqueológicos y los procedimientos de la sociedad para disponer de sus muertos. Es decir, la organización general de la sociedad, su particular conjunto de procedimientos fúnebres y el tratamiento específico proporcionado a un individuo, estará de acuerdo con sus derechos y obligaciones sociales en vida. Lo antes mencionado, une al individuo y su contexto cultural como fenómeno arqueológico con el aspecto de la organización social de una sociedad desaparecida. Sin embargo, las limitaciones del contexto funerario repercute en el rango



total de las directrices culturales, las cuales pueden producir cambios graduales en las manifestaciones de las prácticas funerarias y éstas a su vez, pueden variar ampliamente de una sociedad a otra.

*P4.-* Los elementos materiales y simbólicos dentro del contexto funerario, habrán sido contemporáneos de la sociedad viviente en el momento en que ocurrió el evento.

*Supuesto.-* Este principio supone que un evento funerario es un acto breve y representa un contexto cerrado; no obstante, puede darse el caso de encontrar elementos de diferentes temporalidades dentro del mismo contexto.

Consideraciones:

Pueden existir situaciones donde el supuesto para la validación de lo anterior no aplica, ya que el registro del evento puede estar alterado previamente en específico por aquellos procesos definidos como secundarios, ya sea en unidades de disposición sencilla o estructuras, así como cámaras funerarias, sepulcros y osarios, mismos que son empleados para el depósito acumulativo de huesos. Es decir, cuando el evento ya no es un contexto cerrado, esto ocasionado por procesos naturales postdepósito o a prácticas culturales donde se presentan etapas múltiples de tratamiento funerario, como exhumaciones, cremación y re-enterramiento de restos óseos.

A grandes rasgos, estas son algunas de las ideas y nociones básicas que nos aproximan a una antropología de la muerte. Es importante mencionar, que si bien existen diversos enfoques con otros alcances, debemos constituir un modelo para abordar las situaciones donde se ausentan algunos de los principios y supuestos antes mencionados, adicionando

otro tipo de variables en diferentes niveles de organización de datos, como son por ejemplo, los procedentes del análisis osteológico.

### **Modelo biocultural para el análisis de las prácticas funerarias en cuevas**

Queremos destacar que la integración del enfoque biocultural al análisis de las prácticas funerarias en cuevas, es con la intención de valorar la importancia del registro y análisis de restos óseos humanos en el contexto arqueológico (Duday 2000, 2009). A continuación proporciono los elementos críticos que permiten entender la propuesta de O'Shea en relación con la presente investigación. Esta propuesta está fundamentada principalmente en los trabajos de Binford (1971), no obstante, debido a que hace tiempo que se plantearon no son aplicables en sí mismos, por lo tanto Crespo y el autor nos dimos a la tarea de retomarlos y complementarlos con algunas variables principales de observación. A continuación se describen de manera detallada:

#### Características biológicas

Edad y sexo.- Se emplea para estimar algunos perfiles demográficos en una muestra grande de entierros.

Perfil genético.- Se usa para obtener afinidades genéticas basadas en el análisis de la distribución de rasgos no métricos y discretos, así como de ADN mitocondrial y nuclear.

Patología y dieta.- Puede revelar información crucial acerca de las condiciones de vida y salud, así como la dieta que experimentó la población en su momento. En éste apartado se integran los análisis de isótopos estables de carbono (C) y nitrógeno (N) en hueso y dientes.

Preparación y tratamiento del cuerpo para su entierro.- a) Tipo de disposición (inhumación, cremación, etc.); b) Postura del individuo (en entierros primarios) o patrones en la asociación de huesos (entierros secundarios); c) Número de individuos representados en el receptáculo mortuario (entierros individuales o múltiples); d) Ritual de disposición; e) Tratamiento del cuerpo previo al entierro (descarnamiento, mutilaciones rituales, cremación, momificación, entierro parcial, exhumación o reutilización).

Por su parte, las siguientes categorías pueden ayudarnos a indicar el gasto de energía empleado durante el evento funerario.

Viabilidad funeraria (variedad del receptáculo o espacio)

En sepulturas sencillas; a) Forma y dimensión; b) Profundidad; c) Presencia de cualquier otro aditamento (cubiertas, forros, etc.); d) Orientación. En sepulturas elaboradas; a) Diseño; b) Construcción; c) Materia prima; d) Variaciones estilísticas. En sepulturas naturales; a) Cueva; b) Abrigo; c) Nicho d) Gruta. En sepulturas colectivas; a) Reutilización; b) Fosas.

Ofrendas; a) Cantidad; b) Calidad; c) Variedad; d) Procedencia. Aquí se debe señalar que en ocasiones las ofrendas consisten en materiales perecederos, como por ejemplo cestería de fibras vegetales, plumas de aves, vasijas elaboradas de ciertos frutos o vegetales como el coco y el guaje, etc., los cuales en la mayor parte de los casos no se preservan junto con su contenido.

Ubicación espacial del receptáculo fúnebre.

Macroescala: Del receptáculo funerario en relación con otros espacios sociales, naturales u otras áreas de enterramientos; b) Mesoescala: Variación espacial dentro del área de enterramientos; c) Microescala: Dentro de la misma sepultura

Medio ambiente.- Se refiere a todos aquellos datos que indiquen las condiciones medioambientales o la temporada en el momento en que se realizó el entierro. Se pueden establecer mediante el análisis de los siguientes ejemplares: a) Entomológico: Referente a los restos de insectos que se preservan en el área de entierro; b) Botánico: Referente a los restos botánicos, de polen, madera, fibras y fitolitos; c) Fauna: Referente a restos de animales. Cabe destacar que en este apartado entran también los análisis isotópicos, ya que el cálculo del nivel de oxígeno (O) en los tejidos es un indicador de procedencia, pues las variaciones de este elemento responden a condiciones geográficas específicas como la altitud y la latitud. En este rubro, también se encuentra la relación tanto con el hidrógeno (H), estroncio (Sr) y zinc (Zn), empleado particularmente en los estudios enfocados a inferir cambios paleoambientales (Morales *et al.* 2012).

El análisis formal que ofrecen los principios mencionados, proporcionan la descripción de la variabilidad mortuoria, mientras las correlaciones interpretativas (variables biológicas y culturales) se emplean para explicarla. Sin embargo, hay que destacar la necesidad de no olvidar, que la identificación de la diferenciación social u otros aspectos del sistema en contextos mortuorios tiene siempre limitaciones inherentes al hallazgo arqueológico (Crespo 2000). La revisión crítica de los conceptos empleados debe ser consistente con el tipo de sociedad que se estudia, ya que al final dependerá de las características culturales para hablar de diferencias a partir de lo observado y comparado en el registro. En síntesis, los aportes de O'Shea (1984) son útiles en la medida de explicar los procesos que producen

la variabilidad funeraria, su intento por desarrollar una teoría arqueológica sobre la muerte con la cual realizar reconstrucciones sociales es de gran significado, ya que al integrar los datos del análisis osteológico, ratifica el potencial de información que encierran los entierros humanos y el grado de confiabilidad que ofrecen para la identificación de los sistemas sociales y culturales, sobre todo en caso de no contar con registros etnográficos o etnohistóricos con los cuales hacer comparaciones (Crespo 2000; Velasco 2009).

En este sentido, los problemas relativos al estudio tafonómico de entierros múltiples, permiten abordar el análisis de la sociedad vista desde sus sistemas de enterramiento, siendo uno de los principales temas a desarrollar en la investigación de cuevas funerarias del norte del país. Como ya se mencionó, aunque los enfoques descritos en el presente apartado son de gran utilidad no siempre resultan fáciles de aplicar, pues la falta o ausencia de ciertos elementos en la realidad, impiden conocer un perfil más amplio para comprender la estructura del tipo de sociedad y su relación con las estrategias de subsistencia y medio ambiente. Dicho de otro modo, si algunos de los materiales asociados al evento funerario son perecederos y no se conservan, peor aún, son destruidos de manera antropogénica, tenemos un dato que se pudo ir borrando del contexto, o bien, no sabemos si alguna vez estuvo presente. La complejidad y variedad de sitios en cuevas impide establecer fórmulas de estudio, cada una presenta particularidades naturales y de exploración, por lo que es necesario buscar técnicas que respondan a las diferentes preguntas y problemas confrontados propiamente entre el sistema de enterramiento y análisis osteológico.

Para ejemplificar lo anterior, inferir el tipo de organización social en función de las estrategias de subsistencia y su importancia en la dieta, diferenciando si el consumo de ciertos tipos de alimentos fue de manera cotidiana, esporádica o ritual dependiendo

únicamente con la estructura evidente se vuelve un problema, pues al no presentarse en las ofrendas o en las áreas de actividad por diferentes circunstancias, nos lleva a interpretaciones limitadas o completamente sesgadas. Este es el caso de la cueva de la Sepultura en Tula, Tamaulipas, el cual su aspecto de contexto mezclado y diferencial, temporalidad y escasa presencia de artefactos, restos botánicos y faunísticos, impide un punto de comparación con las diferentes cuevas reportadas hasta el momento por la arqueología de Tamaulipas, mismas que muestran sobre todo una ocupación compuesta, es decir, preservan abundante material botánico, cerámico, lítico, áreas de actividad y restos humanos momificados de diferentes temporalidades en contexto.

Esto nos acerca al problema, de conocer la variabilidad de las economías cinegéticas y mixtas en grupos humanos que exhiben un patrón biomecánico de alta movilidad en el suroeste de Tamaulipas (Arias *et al.* 2012). Por lo tanto, conocer el origen y extensión de dichas poblaciones en el tiempo, a través de inferencias acerca de sus prácticas funerarias y economía de subsistencia es fundamental, que una vez considerando el contexto local y regional en cuevas secas en el Norte de México, permitirá a su vez ir documentando algunos aspectos sobre su desarrollo histórico y cultural. Para tal efecto, el empleo del análisis de isótopos estables en colágeno y biopataita de huesos y dientes es adecuado, ya que se aplica para conocer los componentes y la variabilidad de las dietas de diferentes poblaciones. De manera adicional, se debe integrar la información de isótopos de oxígeno, el cual ofrece información sobre la procedencia de los sujetos en cuestión. En los párrafos que siguen, describimos el marco general y los antecedentes de investigación en el que nos basamos para nuestra aproximación antropológica al estudio de isótopos estables, mismo que será ampliamente detallado posteriormente en el capítulo IV.

## **Isótopos estables para la reconstrucción de la dieta y movilidad en el estudio de poblaciones antiguas**

Uno de los grandes tópicos en arqueología, es la reconstrucción de los patrones de subsistencia en poblaciones humanas desaparecidas. En este sentido, la investigación puede comprender tanto el estudio etnohistórico, de la flora, la fauna, coprolitos, basureros, así como del análisis tecnológico de herramientas y utensilios empleados para la preparación de alimentos. Por su parte, la disciplina de la osteología también contribuye a esta investigación, mediante estudios integrales en paleopatología, desgaste dental y morfología. Sin embargo, debemos considerar que comprender la relación entre la nutrición y la enfermedad no es simple, para empezar gran parte de los indicadores empleados en los estudios sobre condiciones de vida y salud resultan principalmente de indicadores no específicos (White *et al.* 2005). En el caso de los dientes también ocurre lo mismo, pues tanto a nivel microscópico como macroscópico, se ha visto que el desgaste depende no únicamente del tipo de dieta, sino también de otros factores como el medio ambiente y en el caso particular de los seres humanos, de aspectos socioculturales y emocionales (Molnar 1971; Scott *et al.* 2005; Velasco 2009).

A través de la historia, los cambios en las costumbres y hábitos para el procesamiento de alimentos, trajeron como consecuencia no solo una supuesta mejoría en la producción, calidad y cantidad de los mismos, también desencadenaron diferentes aspectos adaptativos que impactaron la salud oral y nutrición en las poblaciones antiguas (Goodman *et al.*, 1984). Como bien apunta Larsen (1997), documentar la dieta del pasado implica entonces el entendimiento e interacción de diferentes ámbitos, ya sea los que tienen que ver en las esferas del crecimiento y desarrollo, estrés, ecología y otros de carácter político-económico.

En este sentido, el estudio multidisciplinario puede comprender también análisis químicos, ya que los organismos compartimos diferentes elementos como el carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), hidrógeno (H), calcio (Ca) y estroncio (Sr). Lo anterior es útil para realizar comparaciones intra e interpoblacionales, ayudando a precisar el entendimiento de múltiples fenómenos a nivel individual, social y cultural, como la identificación de patrones económicos o de acceso a recursos, tamaño de la población, diferenciación social, enfermedades y movilidad. De este modo, los análisis de isótopos estables para la reconstrucción de la dieta y determinación de origen geográfico, aportan datos que permiten caracterizar el tipo de alimentos involucrados en los procesos metabólicos y síntesis de proteínas, así como del agua ingerida durante determinado momento del crecimiento a cierta altitud sobre el nivel del mar.

Un isótopo se define como una de dos o más formas que puede presentar un elemento ligero, por ejemplo, el carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), el nitrógeno ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ), el oxígeno ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), además del azufre ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) y el hidrógeno ( $^2\text{H}/^1\text{H}$ ). En este trabajo sólo nos ocuparemos de los primeros tres. La abundancia relativa de isótopos estables de dichos elementos en la naturaleza no es constante, ya que la pequeña diferencia en su masa atómica, provoca que en las reacciones químicas donde participan o en las diferentes fases en las que se encuentran, generen el enriquecimiento de un isótopo con respecto al otro (Lee-Thorp 2008; Morales *et al.* s/f). Es decir, dichas formas comprenden el mismo número de protones en su núcleo, pero pueden presentar diferente cantidad de neutrones, lo que da como resultado variaciones en su peso atómico. Por decirlo así, los isótopos radiactivos como el carbono 14 se descomponen a través del tiempo, mientras los del carbono 13 y 12 no, de ahí el término de isótopos estables (Tykot 2006; White *et al.* 2005). La diferencia de masa



atómica entre los isótopos de un elemento afecta su comportamiento durante los diferentes procesos en los que participan, pues los cambios obtenidos resultan muy específicos para cada firma isotópica (Casar et al., en prensa).

Mención especial merece el carbono, pues es omnipresente y forma parte de casi todo lo que nos rodea incluyendo el aire, el agua y la tierra, por lo tanto, los organismos vivos lo absorben de diversas maneras asimilándolo por diferentes rutas a sus propios tejidos. Por ejemplo, muchas de las relaciones isotópicas entre las fracciones bioquímicas mayores como el ciclo de los lípidos, proteínas y carbohidratos, son cualitativamente preservados cuando el carbón es incorporado al organismo, concentrándose de manera específica y diferencial en la apatita que conforman los huesos y dientes de los seres vivos. Es decir, la síntesis de las firmas de isótopos estables en los tejidos humanos se hace por medio de la bioquímica metabólica. La bioquímica metabólica es altamente compleja, pues es mediante los múltiples fraccionamientos isotópicos a través de los cuales las firmas dietéticas se incorporan en el tejido del consumidor (Casar et al., en prensa).

El componente mineral o inorgánico de los huesos y dientes se conoce como apatita, que además de proveer la solidez requerida para contrarrestar biomecánicamente la compresión provocada por la gravedad terrestre y dar soporte a los tejidos del cuerpo, proporciona los carbonatos necesarios para el análisis de las firmas isotópicas. Esta representa el 75% del peso total de un hueso, mientras que en el esmalte en forma de cristales, comprende hasta un 97% con menos del 75% en la dentina. No obstante, la apatita de los huesos al contener otros iones como carbonatos y fosfatos, es capaz de incorporar otros iones exógenos a la forma original del hueso, como los del fluoruro (F-) o intercambiar otros iones positivos del mismo grupo del calcio en el caso del estroncio (Sr). Por su parte, tanto en el hueso y la

dentina, cerca de la mitad del volumen es tomado por el colágeno, el cual se encuentra organizado en una estructura de microfibras que sirven de matriz (Hedges 2003; Morales et al. 2012).

Las relaciones isotópicas de un elemento se reportan como la desviación de una muestra relativa a un patrón mediante la notación  $\delta$  en partes por mil (‰). Por convención dicha proporción se define en la ecuación:  $\delta^x = (R_x/R_{patrón} - 1) \times 1000$ , donde  $R_x$  representa la relación de isótopos de una muestra ( $^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) y  $R_{patrón}$  correspondiente a la relación isotópica del mismo elemento en el patrón (Lee-Thorp 2008; Morales et al. s/f). Los valores  $\delta$  se determinan en un espectrómetro de masas de isótopos estables, que opera con materiales en forma gaseosa producidos cuantitativamente como el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}$  a partir de sustancias que contengan el elemento que se desea medir. Es decir, hay que convertir cuantitativamente el contenido de los elementos C, H, O, N y S del material que se estudia a forma gaseosa, empleando para su cuantificación medidas de referencia (Morales et al. s/f; White et al. 2005). En el caso del carbono (C), la referencia es una formación Cretácica llamada *Pee Dee Belemnita* (PDB), para el nitrógeno (N) se usa el aire ambiental (AIR), mientras que para el oxígeno (O) se utiliza la referencia internacional denominada *Vienna Standard Mean Ocean Water* (VSMOW). En el capítulo IV se ahondará más sobre este tema.

Las señales isotópicas de carbono impresas tanto en el colágeno como en la apatita, contienen información acerca de un aspecto específico de la dieta, ya que se forman a través de diferentes rutas metabólicas en determinados momentos de desarrollo. Con lo anterior, se han asociado diversos factores de fraccionamiento o valores de desplazamiento y pueden ser sintetizados a partir de diferentes constituyentes de la dieta (Casar et al., en

prensa). El colágeno y carbonatos (apatita) contenidos en el hueso y dientes, tienen en especial a mantener las firmas isotópicas que darán información sobre: 1)  $\delta^{13}\text{C}$  dieta total y dieta proteica; 2)  $\delta^{15}\text{N}$  nivel trófico de la dieta y 3)  $\delta^{18}\text{O}$  agua en equilibrio, que puede ser un *proxie* al origen geográfico de los individuos muestreados. Cabe agregar, la dieta total ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ) es la combinación de carbohidratos, grasas y proteínas que pueden tener una firma isotópica diferente de carbono ( $\text{C}_4$  o  $\text{C}_3$ ), se ingiere en cantidades diferentes por un consumidor y cuyo total de carbonos o composición isotópica está dada por una ecuación de regresión lineal (Schwarcz 2000).

En contraste, 22,3% del colágeno se compone de aminoácidos esenciales, que no pueden ser sintetizados en el cuerpo, por lo que su composición isotópica se hereda directamente de las proteínas ingeridas ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{proteína}}$ ). El otro 78% de colágeno son aminoácidos no esenciales (NEAA) que pueden ser sintetizados a través de dos posibles rutas biosintéticas. Uno de ellos es el encaminamiento directo de las proteínas ingeridas cuando la ingesta de proteínas es suficiente (20%), y el otro es a través de la ruta metabólica de la síntesis de NEAA en las células del depósito general de carbono (Schwarcz 2000). En el capítulo IV se ahondará más sobre este tema. Como se puede ver, para el caso de las poblaciones antiguas, los huesos y dientes conservados muestran estos compuestos complejos, tanto en su fase inorgánica constituida principalmente por fosfatos y carbonatos, como en la orgánica, conformada básicamente por el colágeno (Morales *et al.* 2012). Es posible que el cabello, uñas y queratina de la piel en individuos momificados también sean útiles para el análisis isotópico, ya que dichos tejidos también se encuentran estructurados tanto por moléculas orgánicas e inorgánicas. En resumen, el análisis dietario se basa en la relación  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  del carbono en el organismo de un animal, el cual al mismo tiempo dependerá de la edad del

individuo, tipo de tejido y naturaleza de la dieta, enfocándonos en última instancia principalmente en la estimación del promedio de la dieta total y dieta proteica. De este modo, el uso de la composición isotópica de los dos compuestos o fases entre las que se produjo el enriquecimiento o el agotamiento de los isótopos, el factor de fraccionamiento del proceso o su valor de desplazamiento pueden ser evaluados (Casar et al., en prensa).

Lo anterior es factible, ya que el enriquecimiento de  $^{13}\text{C}$  en el cuerpo se mantiene constante durante la vida de un individuo, el cual es absorbido diferencialmente en sus tejidos a partir de la variedad y disponibilidad de las fuentes de alimento. Es decir, este al ser balanceado por el mecanismo de agotamiento o respiración del  $\text{CO}_2$  característico de ciertos procesos fisiológicos a nivel celular, la composición isotópica de un organismo reflejará de manera variable, la composición isotópica del tipo de alimentos consumidos. En promedio, el organismo se enriquece en  $^{13}\text{C}$  por cerca de 1‰, por lo tanto, la distribución de isótopos estables de  $^{13}\text{C}$  en apatita del esmalte y hueso, al igual que el  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  del colágeno en huesos y dientes, proporcionan en su conjunto información diferenciada sobre el tipo de dieta, además de la posición del individuo en la cadena trófica. Adicionalmente el  $^{13}\text{C}$  en los carbonatos, al igual que el del colágeno en la dentina, provee información específica acerca del tipo de alimentos desde el nacimiento hasta el momento que se completa la madurez dental. Simultáneamente el  $^{18}\text{O}$  y  $^{13}\text{C}$  que forman parte de estos tejidos, nos ayudan a establecer su relación con el ambiente geográfico en el que se desarrollaron dichos sujetos (Morales *et al.* 2012).

Existen otro tipo de variaciones considerables que resultan de procesos específicos, los cuales pueden ser inferidos al analizar los isótopos estables que permanecen en el registro fósil o arqueológico. En laboratorio, se ha visto que las  $\delta^{13}\text{C}$  de individuos criados con la

misma dieta difieren sólo en un 2%, no obstante, es posible que la diferencia entre los valores del fraccionamiento bioquímico de la  $\delta C^{13}$  entre un animal y su dieta pueda ser de más de 3%. En este sentido, el análisis del carbón total en muchos casos provee una lectura directa del comportamiento de los diferentes tejidos, fraccionamientos bioquímicos y sus componentes. La única limitante es que este método, sólo es útil en situaciones en el que la dieta deriva de fuentes con diferencias relativamente grandes en su  $\delta C^{13}$  como los organismos terrestres y acuáticos por un lado y las plantas  $C_3$ ,  $C_4$  y CAM por otro.

La variación en las proporciones relativas de los isótopos estables de carbono, se midió por primera vez en 1939 por Nier y Gulbransen, mientras la distribución general de isótopos de carbono en la naturaleza fue explorada por Craig en 1953. Veinte años después, en arqueología se reconocería las aplicaciones de este tipo de análisis, estudiando de manera directa la dieta humana de la prehistoria (Tykot 2006). Para tal efecto, fueron necesarios avances científicos en el campo de la biología, como los realizados por Calvin y Benson en la comprensión de la vía química para el carbono durante la fotosíntesis, así como los descubrimientos de Hatch y Slack y Ransom y Thomas, al mostrar que existen diversas vías fotosintéticas conocidas actualmente como  $C_3$ ,  $C_4$  y CAM (*crassulacean acid metabolism* por sus siglas en inglés). La idea de que los valores de isótopos de carbono, podrían ser utilizados para proporcionar información directa del tipo de dieta se desarrolló en la década de los sesenta, cuando Parker (1964) publicó un artículo sobre el análisis de isótopos de carbono en plantas y animales marinos, pero no sería hasta 1971, cuando este tipo de estudios se llevarían a cabo en seres humanos (Tykot 2006; Van der Merwe 1982).

Van der Merwe y Vogel, probaron específicamente con un esqueleto de la Edad de Hierro, en Khoi del Transvaal en Sudáfrica, cuyo valor de isótopos de carbono en el colágeno de

hueso (proteína formada por múltiples aminoácidos) fue interpretado entonces como la dependencia de sorgo u otras plantas C<sub>4</sub>. También se debe señalar, que aunque la primera datación por radiocarbono de este ejemplar se realizó en muestras óseas por ahí de 1970, la desmineralización del hueso y la extracción de ácidos húmicos y fúlvicos, comenzaron a ser desarrollados para producir resultados mucho más precisos con muestras de colágeno óseo. Así, los estudios químicos en hueso recibieron buena aceptación en la década de los setenta, pues las técnicas presentadas proveían por primera vez un medio cuantitativo para reconstruir la dieta del pasado. Poco tiempo después, se llevarían a cabo análisis isotópicos en restos humanos esqueléticos de sitios arqueológicos en Nueva York, con la finalidad de hacer frente a la cuestión de cuándo se introdujo el cultivo del maíz a esa región. Los resultados fueron publicados primero en la revista *American Antiquity* de 1977, posteriormente fue seguido por otros estudios realizados en sitios correspondientes al *Arcaico* en Woodland y el Mississippi, alcanzando un mayor reconocimiento después de su publicación en la revista *Nature* de 1978 (Van der Merwe *et al.* 1978; Vogel *et al.* 1977). Ambos estudios mostraron claramente que la introducción del cultivo del maíz en América del norte, cambió dramáticamente los valores de los isótopos estables de carbono en el colágeno óseo humano, demostrando que este tipo de análisis pueden ser utilizados como complemento para contrastar la evidencia botánica y realizar interpretaciones sobre las dietas del pasado.

Estos estudios demostraron que los valores  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno humano, puede ser de más del -5 ‰. De igual modo, también se encontró que el porcentaje de alimentos C<sub>4</sub> en la dieta podría estimarse por interpolación simple del colágeno ajustando el valor entre los puntos finales C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, por ejemplo, un colágeno con un valor de -14 ‰ sugiere aproximadamente

el 50% C<sub>4</sub> en la dieta. Esta perspectiva fue rápidamente continuada por los trabajos de DeNiro y Epstein (1978), que encontraron variaciones isotópicas en trabajos experimentales entre animales con dietas controladas. Dichos estudios como se puede ver son de gran relevancia, pues fueron utilizados por primera vez para el análisis del consumo temprano de maíz en el valle de Tehuacán en México (De Niro *et al.* 1981). Al mismo tiempo, otros trabajos sobre el maíz se realizaron por Bender, Baerreis y Steventon (1981) para el período de Hopewell del medio oeste en Estados Unidos, además de los realizados por Van der Merwe y Vogel con Roosevelt (1981), en las selvas del Orinoco en el Valle de Venezuela. Este proyecto en particular, destacó la importancia en la interpretación de los resultados isotópicos para los seres humanos, pues ayudó a establecer los valores de referencia para plantas y animales en una región determinada, que en este caso, resultaron especialmente negativos debido al reciclaje de CO<sub>2</sub> característico de un bosque denso (Tykot 2006).

En la década siguiente, la investigación de elementos traza y de isótopos estables, fueron reconocidos como un gran logro y más investigadores comenzaron a emplearlos en sus trabajos. Cabe recordar aquí, que el análisis de isótopos estables de nitrógeno se desarrolló a principios de 1980, con pruebas claras de que existen diferencias causadas por efectos del nivel trófico, especialmente cuando se trata de los sistemas marinos (De Niro *et al.* 1981; Shoeninger *et al.* 1983a, 1984). A partir de este periodo, estos esfuerzos aumentaron considerablemente nuestra comprensión e interpretación del comportamiento de los isótopos de nitrógeno, en particular, por los efectos del suelo, clima y del medio ambiente para plantas y animales, ya que como se puede ver, en ambos, ya sea tanto en los ecosistemas terrestres como marinos, los valores van aumentando según su posición en la

cadena alimentaria. De manera general, se puede decir que las proporciones de isótopos estables de nitrógeno aumentan  $\sim 2\text{-}3\text{‰}$  entre cada nivel trófico, arrojando en la mayoría de los casos, valores menores para las plantas y animales terrestres cuando se comparan con los obtenidos de peces y mamíferos de agua dulce o marina (Tykot 2006). En la figura 1, se muestra un modelo de desplazamiento generado para diferentes productos procedentes de ecosistemas marinos frente a los terrestres.

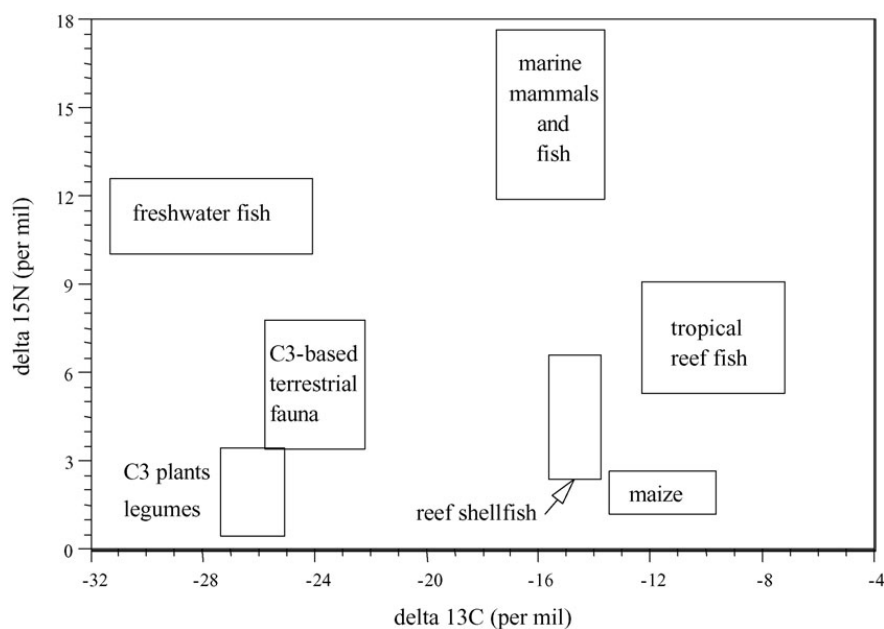


Fig. 1. Modelo de distribución de carbono estable para grupos de plantas y animales en zonas costeras, frente a proporciones de isótopos de nitrógeno. Para el carbono de fauna el colágeno óseo se corrigió  $-2\%$  para simular carne, mientras las muestras modernas de plantas se corrigen a  $+1.5\%$  por el efecto industrial. Aunque valores para las plantas y los consumidores terrestres son similares en otras regiones, los valores de los recursos acuáticos pueden ser diferentes. Tomado de Tykot (2006).

Durante este periodo, importantes estudios se produjeron en razón de las diferencias químicas en las estructuras del hueso, como los dados en el análisis de isótopos de carbono con la preparación de muestras de apatita ósea inorgánica (hidroxifosfato de calcio,  $\text{Ca}_5$



[PO<sub>4</sub>] 3OH, con un poco de carbonato de sustitución). Debido a que este mineral inorgánico representa más del 75% de todo el hueso, es mucho más susceptible a las reacciones químicas por intemperie y el intercambio con depósitos de suelo, quedando así más expuesto a sufrir alteraciones (diagénesis) de su firma isotópica inicial. Sin embargo, aunque por lo mismo al principio no era aprobada por muchos investigadores, su utilización fue propuesta por primera vez en (1981) por C. H. Sullivan y H. W. Krueger. Desde entonces, los procedimientos para muestras de apatita del hueso de pre-tratamiento han madurado y el análisis de esmalte no poroso de los dientes, ha demostrado su utilidad con la proporción de datos confiables. También una mayor comprensión de los procesos de fosilización, nos conduce ahora a una mejor evaluación de la integridad isotópica de muestras de apatita del hueso, ya que no parece haber compensaciones sistemáticas en los valores de isótopos producidos utilizando diferentes métodos en la preparación de muestras.

No obstante lo anterior, estudios posteriores demostrarían que las concentraciones de isótopos se encuentran influenciados y condicionados por otros procesos complejos independientes pero generalmente interrelacionados. Así a finales de los ochentas, la preocupación por el uso y abuso del análisis de los huesos para el estudio dietario en arqueología fue una realidad, puntualizando en diferentes círculos que en este ámbito no existen preguntas fáciles. Dicho de otro modo, durante la vida de un organismo, la concentración de elementos químicos se rige por algo más que las abundancias de átomos en la dieta, es decir, después de que un organismo muere, los huesos pueden estar sometidos a distintos procesos que favorecerán su destrucción -lo que entendemos como diagénesis-, por lo que entender cómo estas variables influyen en la composición química de los huesos, está generando actualmente líneas de investigación adicional. Como se puede

ver, el análisis de isótopos estables en hueso pueda realizarse, siempre y cuando los exámenes de la geoquímica básica del suelo y tafonomía del hueso se lleven a cabo en primer lugar, no como una idea de último momento. Estas implicaciones tiene que ver con lo que Ambrose (1993) señala, pues los estudios de isótopos estables se han desarrollado principalmente en geoquímica y fisiología vegetal más que en antropología, por lo que es importante generar otro tipo de estrategias que permitan saber si los huesos fueron o están siendo afectados por diagénesis.

Recapitulando lo anterior, el análisis isotópico de materiales arqueológicos vino en aumento desde los primeros estudios en la década de 1970, cuando el análisis del carbono del colágeno óseo y apatita, eran regularmente utilizados por los laboratorios de radiocarbono para fechar adecuadamente el  $^{14}\text{C}$ . En consecuencia, el análisis isotópico de carbono y nitrógeno, ahora se lleva a cabo en muchos laboratorios para abordar preguntas sobre la reconstrucción de la dieta. Para el caso específico de las poblaciones pretéritas, esta herramienta ha demostrado su valor en el análisis de restos óseos humanos, gracias al desarrollo de los trabajos experimentales tanto en animales de laboratorio como en su hábitat natural (De Niro *et al.* 1978; Vogel 1978), abordando por primera vez desde esta perspectiva, problemas como el consumo de maíz en poblaciones antiguas de Norteamérica (Vogel *et al.* 1978). Dado lo anterior, este tipo de aproximaciones permite medir directamente la dieta y procedencia de los consumidores, especificando los componentes básicos que conforman la alimentación que experimentó en vida un individuo o grupo de individuos, distinguiendo de manera cuantitativa entre varias fuentes de proteína ya sea de plantas y vegetales, como animal terrestre, lacustre y marina, además de las fuentes de agua a determinada altitud.

En conclusión, conceptos y categorías de la geología isotópica aplicada a nuestras disciplinas, permite acercarnos a desarrollar y contrastar modelos de análisis con técnicas específicas para conocer aspectos de la sociedad y su relación con los procesos de abastecimiento y fuentes de recursos. El marco teórico-metodológico desarrollado a lo largo de este capítulo, consistió en definir los principios básicos para el estudio biocultural de las prácticas funerarias y el tipo de dieta que caracteriza a la población representada en la cueva de la Sepultura en Tamaulipas. Dicho modelo, es particularmente útil para indagar aspectos sobre su modo y estilo de vida, abordando el problema de las economías mixtas desarrolladas entre el Norte de México y *Mesoamérica* septentrional. Más adelante en el capítulo de metodología, ahondaremos más sobre los diferentes procesos bioquímicos involucrados en el análisis de isótopos estables, por el momento, continuaremos con los antecedentes de investigación y la problemática principal de este trabajo.

## **CAPÍTULO II**

### **ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **La investigación en cuevas secas desde la bioarqueología**

México cuenta aproximadamente con 590,000 km<sup>2</sup> de terreno calizo, situándolo como uno de los países con mayor número de formaciones cársticas también conocidas como cuevas o espeluncas, abrigos, sótanos, grutas y cenotes (Montero 2011). De manera general, la importancia de estas formaciones subterráneas radica tanto en su complejidad, cantidad, diversidad y características, derivando en uno de los elementos de la geografía mexicana de particular interés para diferentes disciplinas científicas. En nuestro caso particular, las cuevas han estado vinculadas con el hombre desde su origen hasta la actualidad, siendo en arqueología y antropología física de alto potencial en cuanto a investigación se refiere, pues la información que concentran sobre la relación existente entre el hombre y el medio ambiente, permite aproximarnos a conocer diferentes cuestiones sobre los procesos adaptativos, de movilidad, organización social e ideología.

Investigaciones arqueológicas realizadas en varias cuevas del país, se han enfocado a explorar la antigüedad del hombre en el continente americano (Faugère 2006, 2011; Robles *et al.* 2011; Valadéz *et al.* 2011). Sin embargo, destaca que a excepción de los últimos hallazgos en el sistema de cavernas sumergidas de San Actún en la península de Yucatán, donde se logró obtener material molecular en huesos humanos de aproximadamente 12,000 años (Chatters *et al.* 2014), son pocos los trabajos que proporcionan información sobre la ocupación de este tipo de sitios con ayuda del análisis de restos óseos en buen estado de conservación. Si bien, los esfuerzos realizados han logrado evidenciar la presencia del hombre a través de vestigios, que mediante su antigüedad nos hablan de cultura material,

actividades ocupacionales y simbólicas, la falta de conservación y estudio de materiales osteológicos, impide trazar un panorama mayor sobre los procesos de adaptación de los grupos humanos del pasado. Lo anterior para la investigación en nuestro país es fundamental, si queremos comprender de manera integral el proceso evolutivo e histórico de las diferentes culturas de la prehistoria y por decirlo de esta forma, el desarrollo de otras tantas en la época prehispánica pasando por el contacto europeo hasta nuestros días.

Es oportuno recordar que los arqueólogos y antropólogos físicos, nos encargamos de entender a las sociedades del pasado por medio del análisis de los restos materiales dejados por sus miembros, que van desde artefactos o estructuras elaboradas y usadas por un grupo social, o bien, entidades naturales usadas de manera cultural. Ejemplo de esto último es el cuerpo humano, una forma natural y física que después de la muerte, deriva en un producto que retribuye gran simbolismo entre las sociedades (Le Breton 2002). Dicho de otro modo, el cuerpo humano tiene diferentes connotaciones que implican no sólo sentidos estrictamente tanatológicos (Duday 2009; Thomas 1985), sino desde el punto de vista cultural, también involucra el fenómeno biológico y la preparación del cadáver para su depósito final. Como se puede ver, el tema de la muerte es de tal complejidad, pues involucra diferentes esferas del ámbito biológico, social y simbólico en las disciplinas antropológicas. Para ejemplificar lo anterior, existen investigaciones científicas en el marco mesoamericano que en función del entendimiento de las características biológicas y sociales de algunas poblaciones prehispánicas, demuestran el papel cardinal del cuerpo en contextos monumentales como los denominados entierros de consagración (González 2002; Sugiyama *et al.* 2006; Velasco 2009).

Es así que mediante el desarrollo de diferentes escuelas, como la llamada antropología biológica de campo, se han definido varios métodos y técnicas enfocadas a las gestas del tratamiento dado al cuerpo y la importancia de un buen registro para su posterior estudio e interpretación (Duday 2000, 2009). De igual forma la escuela norteamericana de la bioarqueología, hace énfasis en el análisis integral de las poblaciones humanas procedentes de sitios pretéritos combinando técnicas y métodos de la geología, arqueología, la biología del esqueleto y la dentición humana, centrándose básicamente en la reconstrucción de los sistemas sociales y culturales por medio de la indagación sobre el modo y estilo de vida de cada individuo (Buikstra 1977, 1981; Buikstra *et al.* 2006). Como se sabe, el esqueleto craneal y postcraneal donde se incluye el sistema dental, proporciona información variada de las poblaciones antiguas en cuanto a diferentes procesos como los de salud-enfermedad, filiación biológica, demografía, violencia social, uso de los dientes como herramienta de trabajo, migración, marcas de actividad ocupacional y reconstrucción de la dieta (Larsen 1987, 1997; Larsen 2003), tópicos que mediante análisis paleopatológicos, genéticos, morfológicos e isotópicos, ofrecen una gama de información de manera holista. Dicho de otro modo, cuando los estudios arqueológicos incluyen el cuerpo humano, ya sea en estado de momificación o esqueletización, las oportunidades de entender el pasado se amplían, ya que su estudio multidisciplinario ayuda a generar relaciones consistentes entre variables biológicas, sociales, culturales, simbólicas y medioambientales.

En México, estos temas son abordados por nuestra disciplina en diferentes investigaciones sobre tafonomía, morfología, antropología molecular, paleopatología y demografía (Bautista *et al.* 2004; Jiménez *et al.* 2011; Márquez 1998, 2008; Millones 1995; Romano *et al.* 2011; Romano *et al.* 2005; Serrano *et al.* 1984). Esto es posible, ya que sitios con

presencia de esqueletos humanos proporcionan mayor cantidad de información antropológica por metro cúbico (Harrington *et al.* 1995: 105), que los que carecen de este componente fundamental de toda sociedad en la historia humana. En otras palabras, los estudios arqueológicos de contextos funerarios además de las perspectivas simbólicas y culturales, pueden ser confrontados con la perspectiva biológica mediante el estudio osteológico, donde la aplicación de técnicas moleculares o físico-químicas en hueso y dientes, se vuelve una de las tantas alternativas posibles con las que contamos para ahondar y responder cuestiones sobre quiénes fueron y cómo vivieron dichas sociedades. Este criterio aplicado al estudio arqueológico de cuevas secas en Tamaulipas es relevante, ya que además de proporcionar información acerca de las prácticas funerarias y su posible significado en una sociedad, indican al mismo tiempo relaciones entre diferentes manifestaciones biológicas, físicas, ecológicas y geográficas.

En este sentido, las espeluncas en México pueden ser abordadas no solo investigando la antigüedad y las razones de la presencia humana en éstas. De igual modo, debe ser evaluada de manera directa la intervención antropogénica en el medio ambiente y viceversa, o sea, en estudiar el tipo de relaciones entre el hombre mismo a través del cuerpo y el ecosistema subterráneo dentro de un paisaje mayor. Esta cuestión se hace como ya se mencionó, aprovechando el potencial de información que ofrece el análisis osteológico, ya que buena parte de las razones existentes sobre la actividad humana en cuevas se relaciona tanto con el tipo de sociedad, economía de subsistencia, refugio, como con ciertos procesos de interacción, apropiación y transformación de la naturaleza, implicando que toda producción ya sea simbólica y material sea resultado de dicha relación (Montero 2011).

Una oportunidad para entender lo antes expuesto, se presenta en el estudio antropológico de

cuevas secas en el Norte del México, ya que además de registrar información sobre la geología, paleontología, prehistoria e historia del país y el continente americano, muchas se caracterizan por presentar el problema de restos óseos humanos y materiales asociados a diferentes épocas y culturas en regularmente buen estado de conservación.

### **Problemática en el estudio de cuevas mortuorias en el Norte de México y Tamaulipas**

En el norte del país se ha desarrollado una interesante tradición de investigación, que trata sobre sitios con ocupación funeraria en cuevas secas (Aveleyra *et al.* 1956; González 2006, 2007; Kirchhoff 1943; MacNeish 1958, 1967, 2009; Mansilla 2002; Pijoan *et al.* 2000; Romano 2005; Romano *et al.* 2005; Romero *et al.* 1945; Serrano *et al.* 1984; Valadéz 1999). Las cuevas mortuorias, como se conceptualizan en la arqueología del Norte de México (González 2006, 2007), desempeñaron un elemento trascendental en la configuración social de los grupos humanos originarios, ya que fueron utilizadas durante diferentes épocas por diversas culturas para hacer sus enterramientos. Por lo tanto, vistas en razón de reconocer el alto contenido simbólico del depósito final de sus muertos, este tipo de sitios forman parte de un conjunto e interacción mayor en el entorno, representando además de los aspectos anímicos sobre la vida y la muerte, una parte importante de la interacción cotidiana de los individuos con su medio ambiente. Esto incluye todos aquellos fenómenos naturales que son influenciados por el modo y estilo de vida, como pueden ser los procesos de adaptación, enfermedades, estrategias de subsistencia, alimentación, movilidad, disposición funeraria y reproducción biológica durante una época y espacio en específico.



Las cuevas funerarias son sitios que muestran una acción concreta, sin embargo, también se da el caso de que algunas registran otras actividades derivadas de diferentes coyunturas ecológicas, históricas y sociales. Es decir, arqueológicamente este tipo de cuevas junto con otro tipo de formaciones ya sean abrigos, sótanos y grutas, también pudieron ser utilizadas con otros fines como son; espacio habitacional permanente o temporal, producción de artefactos, almacenamiento y consumo de alimentos, así como a fenómenos rituales o simbólicos (Cruz 2000; Cruz *et al.* 2007). Podemos añadir que dentro de la tipología de sitios del noreste de México, las cuevas donde se identifican cambios en las estrategias de subsistencia son clasificadas como transicionales (Valadéz 1999). De este modo, es frecuente que las cuevas en el Norte de México, brinden gran cantidad de materiales arqueológicos en el que se incluyen huesos humanos en buen estado de esqueletización y momificación, ya que las condiciones ecológicas, culturales, geomorfológicas y del microambiente generado al interior, favorecen los procesos de desecación natural (Pijoan *et al.* 2004).

Es importante mencionar aquí la naturaleza de los materiales empleados en el tratamiento dado al cuerpo, como son diferentes formas de cestería y textiles realizados con fibras naturales que de manera intencional o no, dadas sus características ayudan a facilitar los procesos de deshidratación de los tejidos blandos (Johnson 1977; Pijoan *et al.* 2004). Se suman a la complejidad de dichos materiales artefactos de lítica, cerámica, concha, plumas, hueso y piel de animales, así como restos botánicos que en su conjunto, resultan la parafernalia funeraria o serie de objetos que reflejan parte del repertorio etnográfico de estos grupos (Aveleyra *et al.* 1956; González 2006; MacNeish 1998; Romano 2005; Romero *et al.* 1945). Sin embargo, es una realidad que dichos materiales son con frecuencia

el principal objeto del saqueo, lo que trae como resultado la destrucción total o parcial de estos contextos, perdiéndose valiosa información científica y patrimonial de manera irreversible.

La consecuencia de lo antes señalado, es la falta de elementos que permiten inferir la situación estratigráfica original de los materiales, dificultando con ello la tarea de la arqueología para caracterizar e identificar los hallazgos de manera precisa. Como se sabe, el riesgo de proceder con un mal registro, es sostener interpretaciones muy alejadas de lo que realmente pudo haber ocurrido en el pasado. Sin embargo, para eludir lo anterior, se puede diseñar desde el principio un proceso de investigación que contemple lo que algunos autores definen como formación y transformación del contexto arqueológico al sistémico (Schiffer 1972). Estos postulados teóricos aplicados a las regularidades en el comportamiento funerario, destaca algunas de las características más sobresalientes de la organización social de dichos grupos (Hodder 1994; O'Shea 1984; Terrazas 2007). Si bien, esto parece limitarse a los elementos estrictamente culturales no siempre es así, ya que también comprende ciertos aspectos de interés físico y químico mediante la biología de huesos y dientes, aportando datos para comparar y en su caso, inferir las formas y contenidos sociales con los aspectos metabólicos de la alimentación dentro de una relación de interdependencia, además de las alteraciones naturales o bioestratinómicas identificadas cabalmente, a partir de criterios y nociones propias de la tafonomía (Pereira 2007).

Dicho de otro modo, debemos tener en cuenta que este tipo de sitios presentan alteraciones muy específicas, mismas que reflejan un proceso dinámico de transformación que produce una historia. Esta va desde los grandes sucesos geológicos que dieron lugar al origen, y transformación de la estructura de las cuevas, hasta los eventos concretos que propiciaron el

uso del espacio como recinto funerario, así como de otras actividades llevadas a cabo por ciertos grupos e individuos en el pasado hasta nuestros días. Es aquí donde la sociedad contemporánea junto con la investigación se incorpora, confluyendo sobre todo en procurar y garantizar su conservación. Cabe agregar, que generar en la medida de lo posible la participación de diferentes actores de la sociedad es menester para ayudar a proteger estos lugares, pues los procesos de desconexión histórica e identitaria prevaleciente entre la población actual y la pretérita, no ayuda a evitar el saqueo y la destrucción.

Esto quizá en parte es consecuencia, de ciertos juicios y suposiciones generalizadas respecto al modo y estilo de vida de las poblaciones antiguas en el Norte de México, en específico asociar el concepto del cazador-recolector nómada, como una forma de organización primitiva y simple con poca tecnología, en comparación a la del agricultor sedentario como más compleja y civilizada. Dicha idea a toda vista unilineal, aunada al problema del estado de alteración del sitio y de los materiales que contiene, impide aproximarnos a comprender los diferentes tipos de ocupación, cultura, población, su significado y el ritmo en el que se van presentando en el registro arqueológico. Lo anterior se vuelve un verdadero problema, al intentar caracterizar histórica y culturalmente, a la diversidad de poblaciones antiguas que tenemos en lo que hoy es Tamaulipas, sobre todo en aquellas zonas, donde la presencia de plantas domesticadas desde periodos tempranos, la aparición del sedentarismo con la arquitectura de piedra y tierra como evidencia directa, así como la existencia de diversos grupos con un modo y estilo de vida itinerante fundamentado en la caza y recolección muy adentrado el siglo XVIII, son la constante en un área que ha sido tratada desde cierto marco categórico como limítrofe y fluctuante en el tiempo. Es decir, con el problema de la liminalidad existente entre la frontera septentrional

mesoamericana, frente a los diferentes tipos de poblaciones, desarrollos sociales y culturales que dan lugar al concepto del Norte de México.

Es así que para acercarnos al contexto arqueológico de la presente investigación desde esta perspectiva, es necesario cotejar la estructura evidente contra la latente, derivada de la relación conceptual en cuanto al proceso de formación y transformación de un depósito funerario múltiple (Pereira 2007). La estructura evidente es la que se observa durante el registro arqueológico, mientras la latente, se produce sistémicamente del análisis propiamente dicho en el que destacan los datos emanados del material cultural, osteológico y dental en su conjunto. Esto trae como corolario, aproximaciones técnicas que permiten conocer diferentes aspectos de las culturas que utilizaron espeluncas secas como depósito funerario, a partir de la continuidad que implica el trabajo de campo y laboratorio para su análisis e interpretación. De esta forma, con un marco teórico-metodológico consecuente a las premisas básicas de la bioarqueología, aplicaremos un modelo de análisis para estudiar cuevas que contemple tanto el análisis de las prácticas funerarias, como inferencias sobre el tipo de dieta con un estudio de isótopos estables para aproximarnos al tipo de sociedades desarrolladas entre el Norte de México y Mesoamérica septentrional.

Los análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno en huesos y dientes, son una herramienta útil para conocer variaciones en el tipo de dieta y lugar geográfico de procedencia, sobre todo en contextos donde existe poco o nulo material cerámico, lítico, botánico o zoo arqueológico. Esto permite establecer correlaciones y los parámetros necesarios, que ayudarán a la caracterización de una cultura y sociedad en función del tipo de economía de subsistencia, movilidad y entorno ecológico, ofreciendo así una serie de elementos que finalmente tienen que ver no sólo con la resignificación de la vida y la

muerte, sino con los procesos adaptativos en relación a las diferentes estrategias de subsistencia y el uso de cuevas secas como depósito funerario en un medio ambiente y periodo en específico. Dos aproximaciones de la antropología que de manera conjugada y complementaria, se emplean para caracterizar histórica y culturalmente, una serie de restos óseos humanos del *Formativo* o *Arcaico medio* procedentes de la cueva de la Sepultura en el suroeste de Tamaulipas (Pérez *et al.* 2011c; Velasco 2011; Velasco *et al.* 2013).

Tomando en cuenta la restricción que conlleva no contar con toda la secuencia de ocupación del sitio, ni de una cronología relativa por carecer de materiales diagnósticos al respecto, una serie de fechas absolutas por radiocarbono obtenidas de diferentes cuevas (Cuadro 1), ubican nuestro material de estudio alrededor del 1,200 a. C. (González *et al.* 2014; Velasco *et al.* 2013). Esto nos conduce a señalar la problemática de la secuencia cultural configurada para la región del suroeste de Tamaulipas (Hanselka 2008, 2011; MacNeish 1998; Whitaker *et al.* 1957), la cual para este momento se encuentra en desarrollo la fase *Mesa del Guaje* (1400-400 a. C.). Durante este periodo para la Sierra Madre Oriental y paralelamente a la Sierra de Tamaulipas, MacNeish (1958) plantea importantes cambios en los diferentes elementos culturales que marcan el problema de la transición de una economía fundamentada en la recolección, la caza y los cultivos estacionales de baja intensidad, a la aparición de una agricultura intensiva junto con otros elementos o indicadores arqueológicos como la arquitectura de piedra y tierra, además de un aumento en la elaboración de utensilios, artefactos y figurillas de barro.

Cuadro 1.

Muestra	Material	Sitio	Edad $\delta^{13}\text{C}$ a. P	1 $\sigma$ 68%	2 $\sigma$ 95%
<b>OxA-29443</b>	diente	TCE	835±25		1164 d.C.-1257 d.C.
<b>LEMA 324.1.1</b>	semilla	TCE	1487 ± 30	550 d.C.-608 d. C	437 d.C.-645 d.C.
<b>OxA-29442</b>	E2	TCE	2131±25	348 a.C.-317 a.C.	208 a.C.-87 a.C.
<b>LEMA 325.1.1</b>	semilla	TCE	2254 ± 30	386 a.C.-234 a. C	396 a.C.- 208 a.C.
<b>LUR:UNAM-1431</b>	petate	TCE	2490±70	773 a. C.-536 a.C.	790 a.C.-497 a. C.
<b>LUR:UNAM-1430</b>	petate	TCE	2530±70	797 a. C.-730 a.C.	806 a. C.-471 a.C.
<b>LUR:UNAM-1384</b>	enramada	TCE	2560±70	806 a.C.-738 a.C.	833 a.C.-473 a.C.
<b>OxA-26813</b>	diente	TCM	2662±26	895 a.C.-869 a.C.	850 a.C.-794 a.C.
<b>LUR:UNAM-1216</b>	petate	TCS	2910±70	1213 a.C.-1008 a.C.	1313 a.C.-914 a.C.
<b>SEP.A1-2</b>	diente	TCS	3000±30		
<b>OxA-26054</b>	diente	TCS	3020±26	1140 a.C. -1134 a.C.	1387 a.C. -1195 a.C.
<b>SEP.B2-1</b>	diente	TCS	3020±30		
<b>SEP.A1-1</b>	diente	TCS	3050±30		
<b>LEMA 327.2.1</b>	semilla	TCE	3206 ± 30	1501 a.C.-1444 a.C.	1531 a.C. -1417 a.C.
<b>LEMA 327.1.1</b>	semilla	TCE	3227 ± 30	1526 a.C.-1451 a.C.	1608 a.C. -1430 a.C.
<b>LEMA 326.1.1</b>	semilla	TCE	3252 ± 30	1607 a.C.-1465 a.C.	1614 a.C. -1451 a.C.

TCE=cueva Escondida, Victoria; TCS=cueva de la Sepultura, Tula; TCM; cueva de los Muertos, Tula.

Sin embargo, afirmar estos últimos atributos culturales para la cueva de la Sepultura en la Sierra Madre Oriental es un problema, pues la falta de este tipo de materiales y estructuras adyacentes relacionadas, impide partir de un primer supuesto para identificar a estos grupos claramente con las culturas sedentarias que se venían desarrollando para la Sierra y la región de la costa durante este periodo.

Es decir, la falta de evidencia respecto a estos elementos en la cueva de la Sepultura, representan para nosotros la limitante principal para poder ubicar con precisión el contexto cultural de dicho grupo. Por lo tanto, focalizar nuestra atención en cada individuo de este sitio presenta una ventaja de análisis, pues en ellos tenemos un rol y registro fidedigno para hacer interpretaciones sobre su modo y estilo vida, en función de la producción y consumo

de diferentes tipos de alimentos que a su vez, nos de indicios sobre la complejidad de su organización social. Entender de manera amplia la estructura que conforma la dieta de estos grupos, así como el de sus prácticas funerarias, pretende como ya dijimos, complementar las perspectivas adaptativas, ecológicas, tecnológicas y simbólicas. De este modo, retomando el problema de la variabilidad observada de las economías mixtas para las culturas del Norte de México, abordaremos conceptual y problemáticamente el entendimiento de los procesos asociados a la transición de este tipo de economía de subsistencia a la agrícola en ciertas sociedades, donde plantas como el maíz juegan un papel de importancia capital en la historia de dichos grupos.

En este sentido, centrar nuestra atención en las diferencias de los valores típicos del tipo de dieta, mediante el cálculo de las diferencias proporcionales en sus fuentes de proteína vegetal y animal marina o terrestre, visto a través del modelo bivariado y multivariado de dietas controladas (Froehle *et al.* 2012; Kellner *et al.* 2007), resulta el punto de partida para discutir la presencia y consumo de maíz, como de recursos lacustres y ribereños en sociedades que emplean cuevas secas como depósito funerario, a partir de la comparación con otros grupos de cazadores-recolectores-pescadores de la llanura costera del golfo. Lo anterior resulta de gran ayuda, para ampliar el entendimiento del concepto inherente al mosaico complejo de desarrollo regional en la zona de la sierra, mediante el planteamiento de preguntas como: ¿Están integrando este cultígeno en su dieta? ¿Cuál fue el efecto en la sociedad la producción y consumo de maíz? ¿Se puede hablar de patrones de consumo? ¿En qué se diferencian de otras poblaciones? ¿Cuál es la relación entre el acceso a diferentes recursos y el medio ambiente? ¿Se aprecian cambios en la forma de organización social a la par de cambios en la introducción de alimentos cultivables? ¿Hay indicios de

tener valor de intercambio o comercio? ¿En qué medida el tipo de alimentos y la manera de obtenerlos o producirlos determinan movilidad? ¿El estudio de isótopos estables nos da indicios para entender la relación de una fase a otra en la secuencia cultural del suroeste de Tamaulipas?

Estas preguntas cobran sentido, cuando damos una mirada a la complejidad que representa la interacción de poblaciones entre el Norte de México y de *Mesoamérica* septentrional, ya que como sabemos, ahí confluyeron diversidad de culturas y grupos que a lo largo del tiempo, son identificados mediante rasgos o elementos que los particularizan desde el punto de vista de la creación, adaptación y del cambio social. En este contexto, los estereotipos mantenidos sobre lo que significa el típico cazador-recolector, concepto cuestionado desde Kirchhoff (1954), sigue siendo uno de los principales problemas al querer identificar culturalmente a los grupos humanos establecidos en lo que hoy es el suroeste de Tamaulipas. Dicha variabilidad puede ser documentada, con la perspectiva del análisis biocultural de cuevas funerarias, ya que en la zona existen registros de procesos de domesticación de diferentes tipos de plantas, la probable introducción de diferentes variedades de maíz por otros grupos y la semisedentarización, lo que se vuelve el panorama idóneo para llevar a cabo estudios moleculares de paleodieta en restos óseos, pues generalmente el estado de conservación de dichos materiales es óptimo.

Finalmente el problema que subyace la liminalidad de las fronteras que configuran entidades culturales propias y el origen de la agricultura, es actualmente la discusión sobre la complejidad de las poblaciones en el Norte de México, por lo que antes de entablar un juicio, merece nuestra atención particularizar los diferentes hallazgos de manera ecológica. La situación fisiográfica entre la Sierra Madre Oriental y la llanura costera del golfo, resulta



el establecimiento de una categoría o unidad importante para abordar a las poblaciones del noreste en su conjunto, mismo que discutiremos a detalle en el capítulo III. Mientras tanto, en seguida presentamos algunos de los problemas conceptuales sobre esta gran región, con la intención de ir integrando los materiales del presente trabajo dentro de los parámetros sociales y culturales que los identifican

### **El Norte de México y *Mesoamérica* septentrional**

El presente apartado tiene por objeto, abordar dos cuestiones principales en relación al tema de este trabajo. La primera es exponer de manera general, algunos de los problemas conceptuales al que nos enfrentamos al intentar caracterizar espacial y temporalmente a las culturas antiguas en el Norte de México, entendido como un gran territorio que estuvo habitado en sus diferentes periodos, por diversas poblaciones que desarrollaron formas de organización social complejas y particulares. Es decir, desde los grupos de cazadores-recolectores de finales del Pleistoceno, hasta grandes y pequeños pueblos que conocían la agricultura y los sistemas de irrigación (Braniff 2000; Di Peso 1974). Precisamente es dicha diversidad la que nos interesa destacar, discutiendo mediante el uso de algunos conceptos, ciertos aspectos fundamentales sobre dichas sociedades y su lugar en los estudios arqueológicos y antropológicos en México. En segundo lugar, se presentan los antecedentes arqueológicos inmediatos de las culturas prehispánicas que utilizaron cuevas funerarias en el Norte de México, lo que permitirá ubicar el contexto general de la cueva de Sepultura en Tula, Tamaulipas, mismo que se describirá ampliamente más adelante.

Partiendo de lo anterior, los estudios sobre la historia prehispánica en el Norte de México, se pueden abordar desde diferentes categorías de análisis, no obstante, al resultar una zona geográficamente agreste aunado a la extensión de su territorio, además de la dificultad que

implica localizar materiales asociados a la actividad humana, hace que existan también ciertas limitaciones técnicas y teórico-metodológicas para su estudio (Taylor 1972). La porción del noreste del país presenta su propia dificultad, pues la especie de escalón que se forma entre la Sierra Madre Oriental y la extensa planicie costera hacia la costa del golfo, exhibe una gran diversidad de ecosistemas como las extensas llanuras costeras y planicies del sur y sureste de Estados Unidos. De igual forma, visto desde una perspectiva clásica, predominan cuatro prejuicios principales entorno a las culturas que se encontraban fuera de *Mesoamérica*: 1) El Norte es visto como una unidad. 2) Se define por ausencias y no por sus características propias. 3) Se le considera el universo atemporal del chichimeca y 4) La incompreensión de los no agricultores (Hers *et al.* 2000). Como podemos apreciar, para muchos la historia antigua del Norte de México continúa siendo percibida como una ausencia de lo espectacular, de lo glorioso, es decir, en dicha región no hay pirámides ni grandes palacios, ya que gran parte de los asentamientos son más bien modestos asentamientos o simples campamentos estacionales.

Lo anterior no parecería corresponder con la imagen tradicional de un pasado memorable, por el contrario, la idea sobre el modo de vida nómada cazador-recolector, representa para algunos sectores la “etapa” primitiva del desarrollo cultural de las sociedades humanas. Sin embargo, esto no tiene por qué ser necesariamente así. Para nosotros esta característica es precisamente la que le otorga gran interés, pues este tipo de sociedades guardan importante información en cuanto a nuestros orígenes evolutivos y transformaciones, además de que muestran una gran variabilidad dentro de ese universo con formas de organización igual de complejas. Tanto es así, que los trabajos relacionados a esta zona del país históricamente muestran una diversidad conceptual, discutiendo dichos grupos bajo el uso de diferentes

categorías y nociones como lo es el de *Mesoamérica* septentrional, Gran Chichimeca, Gran Suroeste y otros más centralistas como los de Aridoamérica y Oasisamérica.

Se debe señalar a la sazón, que la historia del Norte de México es propia y no se encuentra en función de ninguna otra, esto lo mencionamos aquí, ya que la dificultad de entendimiento del mundo nómada desde la perspectiva del hombre urbano persiste. Por ejemplo, desde el siglo XVI hasta nuestros días, el término “chichimeca” se sigue empleando coloquialmente para referirse tanto a un espacio, a un nivel de desarrollo cultural, a una identidad étnica y a un determinado origen. Entonces, encerrar en una simple categoría la complejidad de la diversidad geográfica, cultural y poblacional de los grupos que habitaron esta zona en el tiempo hasta la actualidad se vuelve un verdadero problema, pues la ambivalencia y el desconocimiento de lo que implica describir en profundidad a dichas poblaciones, requiere todavía de mayor investigación, debates y consensos. Lo que sí podemos decir con seguridad, es que debe reconocerse esta área como una amplia y variada región, que fue determinante en las relaciones con el centro y sur del país, con el altiplano potosino, la costa del golfo, del pacífico, como con el suroeste, sur y sureste de Estados Unidos.

Podríamos continuar discutiendo el problema intrínseco de los principales conceptos en la arqueología del Norte de México, sin embargo, este no es el objetivo del presente trabajo, por lo tanto, lejos de querer incursionar en dicha polémica, destacamos que la falta de información que tenemos sobre las poblaciones que ocuparon la zona, impide en su caso generar determinismos de cualquier índole, esto si consideramos la extensión y complejidad del territorio del que estamos hablando. Por tal motivo, nos limitaremos sólo a mencionar que nuestra área de interés, se ubica en la denominada frontera septentrional

mesoamericana, misma que osciló en el tiempo debido a múltiples circunstancias entre las que destacamos cambios climáticos, movimientos demográficos y cambios sociales, estos últimos derivados de fenómenos económicos y políticos específicos (Braniff 2000). Dicha frontera, aunque como mera construcción abstracta en la mente de los investigadores, tiene como referente físico coincidir más o menos con el Trópico de Cáncer, el cual se caracteriza actualmente por marcar un notable cambio de mayor aridez hacia el norte. En este sentido, resulta necesaria contar con una mayor cantidad de estudios paleoambientales, pues al parecer durante diferentes periodos de ocupación, pudo tener efectos en la adaptación de los grupos humanos en la zona eventos de cambios climáticos.

Debemos recordar también que este territorio, se concibió en su momento con la noción de Gran Chichimeca, contribuyendo conceptualmente a conocer diferentes aspectos sobre los grupos desarrollados en el Norte de México y Sur de Estados Unidos, demostrando con ello un enfoque adicional sobre la compleja interacción entre cazadores-recolectores nómadas y agricultores sedentarios (Braniff 2000; Di Peso 1974). Igual de importante es la extensión en ella de una buena parte de los macizos montañosos de las Sierras Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, lo que le otorga a esta región una complejidad y riqueza ecológica de grandes dimensiones. Geográficamente se puede decir, que dicha área continúa hasta traspasar la frontera política actual con los Estados Unidos, alcanzando abarcar por decirlo de algún modo parte de lo que fueron las provincias de la Nueva España en el siglo XIX (Fig. 2).

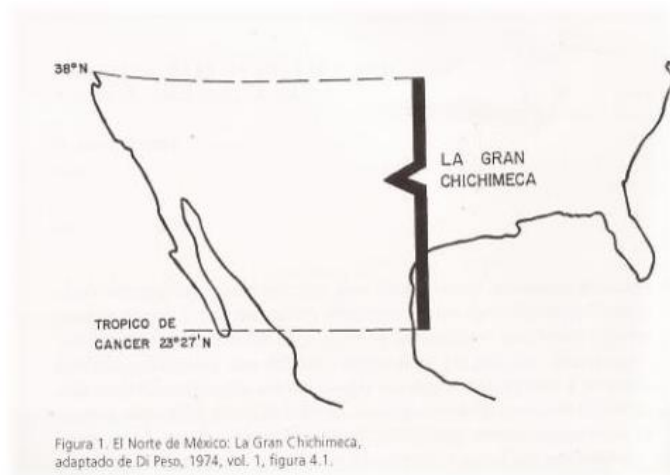


Fig. 2. Mapa de Di Peso (1974) retomado por Braniff (2000).

Los referentes conceptuales y territoriales antes mencionados, son de particular importancia en este estudio, ya que los datos que generaremos sobre las diferentes poblaciones en Tamaulipas se insertan inequívocamente en dichos problemas, pues su ubicación geográfica, coloca a muchos de estos grupos precisamente en un espacio que se define fluctuante en el tiempo entre la Gran Chichimeca y la denominada frontera septentrional *mesoamericana*. De aquí el interés propio en comprender, qué tipo de relación podemos encontrar entre los pueblos cazadores-recolectores nómadas y los pueblos agricultores sedentarios en dicha zona (Kirchhoff 1954). Por lo tanto, es necesario primero caracterizar mediante sus propios rasgos a dichas poblaciones, para posteriormente contar con elementos de análisis que permitan llevar a cabo comparaciones entre diferentes grupos.

Cabe aclarar que durante este proceso, estamos convencidos de que ni todos los nómadas son sólo cazadores-recolectores, ni todos los sedentarios son únicamente agricultores. La complejidad de la diversidad poblacional de la que hablamos, hace que las diferentes formas de organizar estrategias de subsistencia y las pautas sociales o simbólicas, producto

de la cosmovisión de su universo y su relación con el medio ambiente, incorporen múltiples manifestaciones y facetas culturales que no siempre resultan evidentes, lo que dificulta clasificar nuevamente a estas poblaciones en los esquemas de desarrollo tradicionalmente lineales. Así pues, dejamos a consideración del lector, que en el origen mismo del largo proceso antagónico entre los pueblos que producen sus alimentos y los que se confían en los ritmos naturales para conseguir su sustento, en el Norte de México continua existiendo una profunda incomprensión entre dos maneras aparentemente distintas de concebir las relaciones del hombre con la naturaleza, de las costumbres y estrategias de éste para construir y habitar su propia territorialidad (Braniff 2000). Mientras tanto, nos enfocaremos a un aspecto singular sobre el modo de forjar dicha territorialidad, cuando nos referimos a la manera de cómo estos grupos emplearon cuevas secas para el depósito final de sus muertos.

### **Cuevas funerarias en el Norte de México**

Los grupos asentados en el Norte de México, además de caracterizarse por formar parte de grupos con economías propias de la caza y recolección, así como formas agrícolas diversas, son reconocidos por la identificación de ciertas prácticas comunes en el que destaca el empleo de cuevas secas como depósito final de sus muertos. Es decir, en esta amplia región, además de encontrar los problemas que implican los aspectos básicos de la diversidad de sus formas de vida, entre los diferentes grupos de nómadas y sedentarios, tenemos ciertos registros de su manera de enfrentar el fenómeno biológico de la muerte, es decir, la existencia de sitios con ocupación funeraria en cuevas secas. Como se explicó al principio de este capítulo, existen varios ejemplos de cuevas con características ecológicas

y culturales semejantes, cuyos materiales incluso llegan a mostrar patrones de alteración muy parecidos entre sí.

Este es el caso de las cuevas El Coyote, San Lorenzo, Acatita y Monclova, así como la Candelaria y la Paila, ubicadas todas en el estado de Coahuila, siendo algunos de los casos más destacados de este tipo de sitios sobre lo que ahora sabemos de los grupos asociados a la que algunos autores denominan *Tradición del desierto* (González 2006, 2007). A pesar de que estas cuevas fueron saqueadas la preservación de los restos humanos, así como de diversos elementos y materiales perecederos, ha permitido a través de la arqueología y antropología física, reconstruir algunos aspectos de su vida cotidiana. Dicha información, además de ayudar a explicar el papel que desempeñaron para estos grupos las cuevas al ser utilizadas como depósito funerario (Aveleyra *et al.* 1956), proporcionan otros aspectos de interés bioantropológico, como son la edad y el sexo de los individuos, las enfermedades que enfrentaron y por supuesto sus características físicas (Romano 2005). Respecto a este último dato, destaca que en la cueva de la Candelaria los individuos corresponden al tipo *Paleoamerindio*, uno de los linajes étnicos más antiguos del continente americano y que algunos investigadores relacionan estrechamente con la gran familia lingüística *yuto-azteca* (Romano *et al.* 2005: 23).

Por otra parte, en la serranía que delimita al valle del Río Verde en el estado de San Luis Potosí, han sido reportadas con anterioridad otras cuevas consideradas también recintos funerarios, este es el caso de la cueva Vetada en San Bartolo (Delgado 1991). Mientras tanto, en el municipio de Cerritos, también en San Luis Potosí, Montejano y Aguiñaga (1991) escribió sobre el hallazgo de una cueva que contenía unas “cabezas chatas”, refiriéndose probablemente a algunos individuos con deformación cefálica intencional,

elemento cultural típicamente mesoamericano. Del mismo modo, cerca del poblado de Santo Domingo perteneciente al municipio de Guadalcázar, los saqueadores destruyeron también los contextos funerarios de otra cueva, en la cual según entre el material esquelético removido pudieron observarse cerámicas del *Posclásico* de la región Huasteca de entre 900 y 1500 d. C. El estudio de los restos óseos procedentes de dichos contextos, arrojaron valiosa información sobre el perfil bioantropológico de la población prehispánica de San Luis Potosí, así como de la problemática en cuanto las relaciones biológicas y culturales entre *Aridoamérica* y *Mesoamérica* en esta zona (Serrano *et al.* 1984).

Así mismo en el actual estado de Nuevo León, se han realizado también exploraciones en cuevas y abrigos rocosos, recuperando entierros similares y materiales arqueológicos elaborados en concha, hueso, lítica, cerámica y cestería (Valadéz 1999, 2001), elementos que vistos en su conjunto, proporcionan información valiosa acerca de algunas prácticas funerarias de los grupos asentados en el noreste. Para el caso que nos ocupa, las principales regiones de Tamaulipas en los que se han reportado hasta el momento cuevas con enterramientos humanos, se ubican al centro y suroeste del estado, comprendiendo algunas elevaciones importantes de la Sierra Madre Oriental en los municipios de Tula, Ocampo, Jaumave, Gómez Farías y Ciudad Victoria. Se debe decir que los estudios arqueológicos en el suroeste del estado aún son escasos, ya que en el caso específico de Tula estos se han centrado básicamente en el sitio de *Tammapul* (Radillo 2008; Ramírez *et al.* 2004), conocido por la presencia de un gran basamento nombrado localmente como el *Cuitzillo*. Aunque en un principio se llegó a identificar dicho edificio con los huastecos prehispánicos, las últimas investigaciones han logrado establecer que su desarrollo principal estuvo más bien en estrecha relación con la cultura de *Río Verde*, presente en la



zona media del colindante estado de San Luis Potosí entre los años 250 a 1000 d. C (Michelet 1996; Radillo 2008).

Como podemos observar, la problemática que representa la riqueza de información cultural y biológica en la zona, hace que sea necesario complementar el registro material y estratigráfico con otro tipo de aproximaciones, en el que los restos óseos ocupan un lugar fundamental. Esto permite una revaloración de la información en cuanto al registro de su modo y estilo de vida, el cual puede ser inferido a través del análisis osteológico en su conjunto, ayudando a aproximarnos al problema sobre el tipo de dieta, como la aplicación de estudios moleculares y tafonómicos en su conjunto.

### **Problemas relativos en arqueología para la reconstrucción de la dieta y organización social**

El presente proyecto de investigación, aborda la problemática de inferir el contexto funerario y tipo de dieta, de una serie de restos óseos humanos encontrados en una cueva funeraria del noreste de México con ocupación de finales del *Arcaico medio* o *Formativo* alrededor del 3000 a. P., o bien, fase *Mesa del Guaje* (1400-400 a. C.). El primer dato basado en una serie de fechamientos absolutos (González *et al.* 2014; Velasco *et al.* 2013), mientras para el segundo, la secuencia cultural establecida para el área del suroeste en Tamaulipas (Hanselka 2008, 2011; MacNeish 1958, 1998; Whitaker *et al.* 1957), siendo hasta ahora en el estado una de las cuevas más tempranas con restos óseos humanos en muy buen estado de conservación (Velasco *et al.* 2013). Aunque el área de Ocampo se encuentra relativamente cerca de la zona que nos ocupa, dicha secuencia debe considerarse con reserva, pues carecemos de suficiente material comparativo con fines relativos. Respecto a la cronología texana, ésta se basa fundamentalmente en tipologías líticas, justificando su

mención cuando observamos que no existen materiales cerámicos u otros artefactos diagnósticos.

Es importante destacar que la ocupación humana en diferentes cuevas de Tamaulipas, abarca un prolongado lapso de tiempo, por lo que es posible que más de una población y de diferente tipo de organización haya coexistido o diferenciado de otras, dato que es posible inferir a través del enorme potencial de análisis que ofrecen los restos óseos en el contexto arqueológico. De tal forma, se intentará identificar algunas pautas de organización social, a partir de la relación entre sus sistemas de enterramiento o costumbres funerarias desde la tafonomía, junto con aspectos sobre la dieta y apropiación de recursos dentro de un esquema de interacción medioambiental y biocultural mediante el análisis de isótopos estables. Esto responde al problema de la escasa o nula presencia de material botánico en contexto, que bien puede deberse a diferentes circunstancias como pueden ser la preservación, la ocupación diferencial de un sitio, errores de muestreo durante el proceso de excavación y registro, etc. Problemas que impiden una aproximación mayor hacia el entendimiento del comportamiento humano durante el fenómeno de la producción y consumo de alimentos, lo que a su vez no permite profundizar o inferir el tipo de estrategias de subsistencia, de una población que empleó en su momento esta cueva como depósito final de sus muertos.

Por lo tanto, la dificultad que encontramos al comparar procesos culturales respecto a las estrategias de subsistencia en la cueva de la Sepultura, en comparación a las reportadas anteriormente en Tamaulipas es sugerente. Es decir, la variación demostrada por los regímenes alimentarios desde el punto de vista regional, requiere que las facetas múltiples de los esquemas de subsistencia y asentamiento local sean exploradas y documentadas con

un enfoque adicional (Hanselka 2011), pues los análisis paleobotánicos y zooarqueológicos solo indican la totalidad de los recursos disponibles, pero no necesariamente el porcentaje que ocupan en la dieta de cada individuo. Aunque MacNeish (1958) sugiere que los restos de plantas, semillas y animales fueron introducidos a las cuevas en distintos periodos de ocupación, su intento por demostrar el valor y el porcentaje que ocupaban en la dieta real consumida por los grupos representados en aquellos sitios es perfectible. Esto es de comprenderse por las limitaciones propias de su época, sin embargo, actualmente en huesos y dientes se puede contar con un registro fidedigno del tipo de recursos disponibles, así como aproximarnos al significado que tuvo en su alimentación y estilo de vida cotidiana.

Los avances tecnológicos siempre tendrán un fuerte impacto en nuestras disciplinas, ya que ciertas herramientas pueden ser utilizadas para profundizar y relacionar, los problemas antropológicos pendientes con los de cualquier ciencia en general. Es decir, el nivel de análisis llega a establecer relaciones consistentes entre los distintos ámbitos de la arqueología, biología, química, física, informática, etc. En este sentido, examinar y diferenciar patrones de consumo de fuentes de proteína animal y vegetal terrestre, como de la proteína marina integrada en la dieta a través del cálculo del porcentaje total de los valores sobre las huellas isotópicas de carbono y nitrógeno, en adición a datos sobre la procedencia geográfica con los de oxígeno mediante el análisis químico en hueso y dientes, es un ejemplo al respecto. Debemos recordar que durante la década de 1970 del siglo pasado, los arqueólogos desarrollaron interés por la identificación de utensilios, restos óseos faunísticos (arqueozoología) y restos macrobotánicos (paleobotánica) para la reconstrucción de las diferentes dietas que tuvo el hombre en el pasado. A través del cuidadoso registro, recuperación y cuantificación de los materiales procedentes de áreas de

relleno o basureros de diferentes sitios arqueológicos, es que se pudieron reconstruir patrones de consumo (Montero *et al.* 2011).

A pesar de ofrecer numerosos e importantes datos sobre la variedad de especies animales y vegetales consumidas por ciertos grupos humanos, con el tiempo estos métodos mostraron detalles que producen problemas de interpretación, pues por lo general la información obtenida queda restringida a la evidencia estratigráfica, lo que puede significar diferentes acontecimientos no necesariamente siempre relacionados con el consumo frecuente. Por ejemplo, una cantidad determinada de restos macrobotánicos, pudo ser introducida de manera esporádica o estacional, o como parte de algún ritual u ofrenda el cual no necesariamente significa abundancia de recursos (Montero *et al.* 2011). Sin embargo, medir el cambio en las cantidades de isótopos que se producen a lo largo de la cadena alimentaria, en la actualidad tiene numerosas aplicaciones tanto en la arqueología molecular, así como en los estudios osteológicos para la reconstrucción de la dieta en poblaciones desaparecidas (Ambrose 1993; De Niro *et al.* 1978; Lee-Thorp 2008). Este análisis mejor conocido como estudio químico de isótopos estables, permite conocer e inferir de manera directa las fuentes de proteína animal y vegetal ya sea marina o terrestre consumidas a lo largo de la vida de un sujeto. Cabe agregar que esta técnica ha demostrado su utilidad para distinguir y reconstruir diferentes tipos de dietas en poblaciones antiguas, por ejemplo, una alimentación rica en recursos marinos, puede ser claramente diferenciable de una dieta compuesta en gran parte de proteína procedente de animales terrestres. A su vez, la utilización significativa de maíz como un producto alimenticio, puede distinguirse de éstas últimas debido a que dicha planta tiene un carbono diferente en relación isotópica a muchos otros cereales y vegetales (Brown *et al.* 2011; Froehle *et al.* 2012; McCutchan *et al.* 2003;

White *et al.* 2005). Es así como el estudio de isótopos estables, tiene diversos alcances en arqueología y antropología física (Millones 1995).

Por otro lado, la importancia de la tafonomía cumple con conocer las condiciones de preservación en las que se encuentra el material empleado en este tipo de estudios, tanto para garantizar su viabilidad para los análisis químicos, como para hacer inferencias sobre el tipo de sociedad, a través del empleo de otras técnicas que permitan restituir no solo las prácticas funerarias, sino también indagar directamente la forma de organización social mediante aproximaciones sobre su economía de subsistencia. Es decir, se pretende partir del enlace de diferentes conceptos como la producción y consumo de alimentos, poniendo especial interés en conocer los parámetros de la red de relaciones sociales, contrastando el dato procedente del registro arqueológico, con la información bioquímica y morfológica derivada del estudio del esqueleto humano. Es así que con el análisis isótopos estables mediante huesos y dientes humanos, es una buena herramienta para conocer y relacionar en el contexto arqueológico estas cuestiones, pues se puede medir directamente el tipo de fuentes de proteína animal y vegetal, terrestre o marina, consumida durante la vida de un sujeto, así como ubicar su probable lugar procedencia. En otras palabras, podemos inferir patrones de ingesta de alimentos a través de las huellas isotópicas de elementos como el carbono, el nitrógeno y el oxígeno, contrastando los datos derivados del consumo directo, frente a los botánicos y de artefactos observados en el registro arqueológico, como con otras poblaciones de referencia.

Por lo tanto, identificando las cantidades relativas de los diferentes isótopos de carbono, nitrógeno y oxígeno en muestras obtenidas tanto de huesos y dientes de individuos

procedentes de la cueva de la Sepultura en Tamaulipas<sup>1</sup>, puede ayudarnos a clarificar y comprender los componentes proporcionales del régimen alimentario de la dieta de dichos grupos, en el momento próximo de ocupación del espacio como recinto funerario durante la etapa final del *Arcaico medio* o bien, a principios de la fase *Mesa del Guaje*. Esto permitirá una lectura específica sobre las variaciones locales en cuanto al modo de subsistencia, temporalidad, movilidad, relación con el medio ambiente y organización social desde el punto de vista del Norte de México, la alimentación y de una antropología de la muerte.

### **Hipótesis**

La variabilidad observada en el contexto funerario de la cueva de la Sepultura, dadas sus características temporales, geológicas, tafonómicas y culturales, muestra diferencias relativas a las establecidas con otras cuevas del suroeste de Tamaulipas. Es decir, se trata de grupos locales unifamiliares móviles con economía de apropiación caza-pesca-recolección-cultivo, en un momento donde a pesar que ya existen sociedades agrícolas en otras zonas, presentan un modo y estilo de vida mixto. El análisis de elementos estables de carbono y nitrógeno en hueso y dientes humanos, demuestra que incorporaban en su dieta frutos, plantas y semillas en proporción directa con lo disponible en el medio ambiente local, así como cultivos estacionales a pequeña y gran escala, muy probablemente alguna variedad de maíz o forrajes similares integrados a la cadena trófica. Así mismo, muestran consumo de recursos marinos, lacustres y ribereños, identificados a partir de la comparación de los altos niveles de  $\delta^{15}\text{N}$  que resultan del fenómeno de movilidad y medioambiental.

---

<sup>1</sup> Trabajo realizado con apoyo del laboratorio de Espectrometría de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM, mediante el proyecto PAPIIT-IN404717 y PAPIIT- IN401513 “Perfil bioantropológico de cazadores-recolectores del Suroeste de Tamaulipas”. A cargo de la Dra. Abigail Meza Peñaloza del IIA-UNAM.

El análisis osteológico de las prácticas mortuorias y geoquímica isotópica, permitirán entonces conocer información subyacente al registro arqueológico de restos macrobotánicos y de alteración natural y cultural. Las fuentes de proteína animal y vegetal terrestre como marina, se encuentran dadas en gran medida dentro de una relación de producción cultura-hombre-medio-ambiente. En esta relación, las cuevas se encuentran en zonas que representan sitios comunes en el espacio donde pertenecen y se proveen o abastecen de alimentos, donde los individuos son sepultados y se congregan en un mismo entorno y orden social. Posiblemente se trata de poblaciones del *Arcaico*, asociados a los grupos entre el Norte de México y Sur de Texas.

### **Objetivo**

Describir e interpretar en el marco del sistema de enterramiento o prácticas funerarias, patrones alimentarios y de movilidad en restos humanos procedentes de la cueva de la Sepultura, por medio del análisis tafonómico y de las composiciones isotópicas de carbono ( $^{13}\text{C}$ ), nitrógeno ( $^{15}\text{N}$ ) y oxígeno ( $^{18}\text{O}$ ). Comparándolos a su vez, con los resultados dados por la evaluación de algunos elementos naturales y culturales del contexto arqueológico; por ejemplo, registros botánicos, faunísticos, poblaciones de referencia, etc.

### **Objetivos particulares**

- Descripción del contexto arqueológico de la cueva de la Sepultura.
- Descripción del perfil osteológico de los individuos representados en la muestra.
- Descripción isotópica de los restos macrobotánicos y faunísticos más representativos de la cueva de la Sepultura, junto con el empleo de otras poblaciones y áreas de referencia.

En resumen, la identificación de los patrones de subsistencia dados por los valores promedio de las huellas isotópicas de carbono y nitrógeno, así como procedencia mediante los de oxígeno, son una herramienta complementaria al campo de la osteología humana. En su conjunto, ayudan a responder diferentes preguntas relacionadas con la reconstrucción de la paleodieta, así como patrones de asentamiento y movilidad. Esta premisa, nos conduce al tema de la consecuencia sociocultural derivada del tipo de relación con el entorno, sus equilibrios y desequilibrios en los diferentes momentos de desarrollo de las diferentes poblaciones en el Norte de México y *Mesoamérica* septentrional, de manera particular en el suroeste de Tamaulipas. Se requiere entonces partir de relacionar primero, los datos arqueológicos con el propiamente osteológico para plantear propuestas de análisis e interpretación de resultados combinando diferentes métodos y técnicas. En el siguiente capítulo, abordaremos los antecedentes ecológicos y culturales de la zona que nos corresponde, para ampliar la información sobre los componentes sociales y culturales de la diversidad poblacional que se desarrolló en Tamaulipas.



## **CAPÍTULO III**

### **MEDIO AMBIENTE; ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS Y LA CUEVA DE LA SEPULTURA, TULA, TAMAULIPAS.**

#### **Orografía y fisiografía de la llanura costera del golfo**

Las poblaciones antiguas de lo que hoy es el estado de Tamaulipas, se encuentran vinculadas a una unidad fisiográfica mayor denominada llanura o planicie costera del golfo (Salinas 2012; West 1964). Dicha unidad tiene como característica principal una variedad de ecosistemas, entre las que destacan importantes ríos que la atraviesan y como su nombre lo indica, desembocan tanto en la costa del golfo de México, como en la costa del golfo de Texas. Estos grupos estaban asociados a cuatro segmentos importantes de la citada llanura. En la porción norte, con la Meseta de Edwards y los ríos San Antonio y Nueces, localizados en la parte sureste de Estados Unidos, seguido del río Grande o Bravo, que marca la ubicación de la actual frontera con México. Para la parte central de Tamaulipas con el río San Fernando y el Soto la Marina, mientras hacia la región sur, con el río Pánuco o Tamesí, este último situado en la zona conocida como la Huasteca. En el norte, los primeros tres ríos mencionados son las únicas corrientes permanentes que descargan sus aguas en el golfo, sin embargo, se pueden encontrar múltiples torrentes en la áreas aledañas que resultan más bien de ríos tributarios. En cuanto a la región central y sur, estos últimos pueden alcanzar mayores dimensiones, pues en gran medida influye que tienen su origen en las inmediaciones de formaciones serranas y valles intermontanos.

En el noreste de México, particularmente en el área que hoy ocupa Ciudad Victoria en Tamaulipas y Monterrey en Nuevo León, la frontera interior de la llanura costera, está separada por la cordillera frontal de una cadena montañosa mejor conocida como Sierra

Madre Oriental. Entre ésta y la costa del golfo hacia al este, encontramos otra serie de elevaciones aisladas de menor altura y distribuidas de manera irregular. Los relieves principales que las conforman son la Sierra de Picachos, la Sierra de San Carlos, la Sierra de Pamoranés, la Sierra Papagayos y la Sierra de Tamaulipas. Cabe señalar que al norte del Bravo no hay serranías, sin embargo, el margen de la llanura costera se encuentra delimitada por la falla Balcones de la meseta de Edwards, ubicada en la zona central de Texas (Salinas 2012). Como podemos observar, todas las grandes corrientes del noreste empiezan en la Sierra Madre Oriental, o bien, en las montañas hacia el noroeste de Coahuila, fluyendo en dirección al este rumbo al golfo de México. Por su parte, el río San Fernando fluye hacia la Laguna Madre, la cual está separada del golfo de México por una imponente barra de arena que alberga numerosas albuferas y varios cordones de islas.

Entre dicha corriente y la frontera de México con Estados Unidos, en específico la parte baja del municipio de Camargo no encontramos corrientes perennes, no obstante, hacia el oeste en una parte del caudal entre este último y Laredo tenemos como ya se adelantó, varias de menor escala que entran al Bravo. De este modo, el delta del río Bravo cobra gran interés, pues resulta uno de los más grandes del norte del continente americano, teniendo su origen en el suroeste de Colorado fluyendo unos 3033 kilómetros hasta llegar al golfo de México en lo que hoy es Brownsville y Matamoros. Es la única corriente que entra al golfo al oeste del Mississippi lo suficientemente grande, como para haber desarrollado un delta de notables proporciones (Lohse 1958; Salinas 2012). Fuentes históricas y arqueológicas, mencionan una importante presencia de grupos nativos principalmente entre el norte y sur de este río, así como en la Sierra de Tamaulipas, la Sierra Madre Oriental y la costa hacia el sur del actual estado de Tamaulipas. Otro dato interesante, es que el litoral bajo y arenoso

del delta comienza a unos 23 kilómetros de Reynosa, cerca de 137 kilómetros arriba del río desplegándose simétricamente para incluir unos 160 kilómetros de la costa del golfo. Aquí se rompe el patrón oeste del estuario de la barra de islas y de las lagunas costeras, separando la Laguna Madre del sur de Texas, de la Laguna Madre del norte de Tamaulipas. Los afluentes de las marismas y las llanuras de la primera, se ubican principalmente entre los condados de Cameron, Willacy e Hidalgo en Texas y en los municipios de Matamoros, Valle Hermoso, Rio Bravo y Reynosa (Salinas 2012).

Aunque podría decirse que la Laguna Madre del norte de Tamaulipas, prácticamente se encuentra delimitada hacia el sur en la parte central del estado entre el río San Fernando y el Soto la Marina, en la región que actualmente ocupan los municipios de Aldama, Altamira y Tampico, un conjunto de esteros, médanos, ríos, lagunas e islotes, circundan otras barras de menor tamaño, contrastando por presentar un ecosistema denso de tipo selvático. Como se puede apreciar, hablamos de una gran diversidad de ecosistemas, pues mientras el clima seco predomina en la actual zona fronteriza, en el centro y sur varía de subhúmedo a húmedo, siendo más notable hacia las zonas costeras. Por su parte, a mayor altura sobre el nivel del mar, hacia la Sierra de Tamaulipas y Sierra Madre Oriental se vuelve más templado, tornándose otra vez más seco conforme se va adentrando hacia el altiplano del norte de México, mismo que logra extenderse a una porción del suroeste de Tamaulipas.

Actualmente sobre el litoral, es difícil vislumbrar las barras tal y como eran antes del siglo XX, pues la mayor parte de estas áreas, han sido despojadas de vegetación para la agricultura de irrigación y ganadería a gran escala. No se puede dejar de mencionar, que las salidas naturales de los ríos también se han visto afectadas por el desarrollo de presas, además del dragado de las marismas y la nivelación de los lomeríos para el establecimiento

de dársenas y parques industriales (Silva 2013). Se debe señalar que las zonas de marismas, siempre mantenían una gran disponibilidad de agua, de hecho en tiempos de sequía, muchos canales seguían fluyendo y durante las inundaciones, los ríos y sus tributarios como hasta el día de hoy, se desbordaban. De este modo, zonas aisladas a lo largo de las divisiones entre los afluentes, así como las mesetas y colinas tierra adentro alzadas sobre los mayores niveles de inundación, fueron las mejores ubicaciones para los campamentos y asentamientos humanos.

Estudios de la flora de la desembocadura del río Bravo, indican que antiguamente gran parte del área estaba cubierta por una densa vegetación boscosa (Blair 1950), confirmándose en gran medida por las observaciones registradas en los documentos históricos. A lo largo de las riveras de este río, así como a lo ancho de muchos de sus distribuidores, existió un bosque formado por árboles, arbustos, enredaderas, además de boscajes de palma. En todas partes había espesos matorrales espinosos, mientras que cerca de la costa, la vegetación boscosa era reemplazada por pastos salinos (Salinas 2012). La flora de la planicie aluvial más allá de las barras, tierra adentro, también estuvo dominada como hasta ahora, por maleza espinosa. Al respecto, estamos de acuerdo que la variedad y mayor distribución de la flora y fauna del delta, así como en otras áreas de Tamaulipas, agregó mayor potencial alimenticio a las poblaciones indígenas que resultaban numerosas. Lo anterior se deduce, ya que la desembocadura del Bravo se incluye en la provincia biótica tamaulipeca, abarcando una gran zona del sureste de Texas y del noreste de México (Blair 1950; Morrone 2005), al mismo tiempo que la porción sur, dominada más por la provincia biótica veracruzana. Hasta ahora, parece no haber algún estudio de los tipos de animales vinculados al delta como una unidad fisiográfica, lo único que se tiene, es su

reconocimiento como el distrito matamorenses. Los animales terrestres de esta jurisdicción, se dan en casi toda la provincia biótica de Tamaulipas y solo 14 de 154 especies se restringen al delta (Salinas 2012). Las investigaciones no incluyen aves, pero Kutac (1982) indica que 320 especies han sido registradas en el *Santa Ana National Wildfire Refuge*, ubicado dentro de la marisma. Al momento, no se han reportado cifras de especies marinas ni de agua dulce, no obstante, su número debe ser elevado.

Lo antes expuesto es de gran importancia para el presente trabajo, pues la necesidad de conocer la configuración de la dieta y aspectos sobre la organización social de las poblaciones antiguas de Tamaulipas, requiere precisar las variaciones del entorno y su relación con los diferentes desarrollos culturales frente a una diversidad de recursos, su significado y la manera de apropiarlos. Cabe advertir que definimos conceptualmente a grandes rasgos el delta del río Bravo, pues fisiográficamente resulta la zona intermedia, entre las poblaciones antiguas del sur y sureste de Estados Unidos, con las referidas para el norte y noreste de México. En este sentido, como ya se señaló, dicha relación incluye no solo las variaciones medio ambientales, sino también otro tipo de interacciones que acontecieron en diferentes momentos y espacios. A continuación mencionaremos de manera general, algunos de los antecedentes arqueológicos de ésta región fisiográfica, con la finalidad de ubicar los principales complejos culturales y sus relaciones mostradas en la problemática de la diversidad cultural y poblacional de Tamaulipas. Esto nos será de utilidad, para situar tanto espacial como temporalmente nuestro material de estudio, reuniendo los elementos necesarios que permitan su comparación desde la problemática principal planteada en esta investigación.

## **Antecedentes arqueológicos de Tamaulipas**

Aunque la arqueología de Tamaulipas es de gran importancia, para entender parte de las relaciones del Norte de México con otras regiones del país y de Norteamérica, el desarrollo de las investigaciones de este tipo no ha sido constante. Esto si tomamos en cuenta la producción observada con respecto a otras áreas culturales, sobre todo las señaladas bajo la categoría de *Mesoamérica* (Matos 1994, Kirchhoff, 1960). Quizás en parte, esto se debe a la idea de que en el norte del país, no existieron altas culturas en términos de lo que algunos consideran “sociedades complejas”. Por el contrario, como se trató en el capítulo anterior, al dar por hecho de que no hay evidencias de arquitectura monumental, así como elementos asociados a estructuras sociales y culturales que indiquen una gran espectacularidad y suntuosidad, resulta en cierto desinterés que genera cada vez mayor desconocimiento sobre las poblaciones que aquí se desarrollaron. Pero más allá de discutir aquel concepto y el proceso ideológico en el que se basa una parte de la investigación arqueológica en México, nuestra labor aquí, se limita en proponer una mirada distinta en lo concerniente a cómo abordar a dichos grupos desde una perspectiva local y regional. Es decir, en comprender la diversidad cultural y poblacional de estas latitudes, como una serie de elementos particulares explicados en sus propios términos y no en función de otras, partiendo del entendimiento de su historia y de las condiciones sociales específicas que les dan sentido.

Para tal efecto, vale la pena revisar de manera sucinta, algunos de los principales antecedentes arqueológicos de la región, pues como ya dijimos, comprender la base conceptual de su medio ambiente e historia, permitirá en lo futuro ir ampliando dicha información con nuevos datos. Queremos enfocarnos en algunas de las primeras aproximaciones arqueológicas formales en el área, las cuales tuvieron su desarrollo

principal durante la primera mitad del siglo pasado. Cabe señalar que exceptuando en algunos casos, no es necesario ahondar en las descripciones realizadas antes de este periodo, pues a pesar de que son diversas e interesantes, son en éstas donde encontramos algunas de las principales discusiones aún vigentes. De igual modo, no profundizaremos en los aportes de trabajos posteriores, pues prácticamente sus principales problemáticas ratifican o varían muy poco de lo estipulado en los primeros planteamientos.

Para empezar, uno de los problemas que se desarrollaron desde el inicio de la investigación arqueológica en el estado de Tamaulipas, se debe gracias al conocimiento de la cultura *huasteca* (Du Solier *et al.* 1947; Ekholm 1944; García 1979; Meade 1942, 1953, 1977; Ochoa 1984). El interés derivó del intento por conocer, el tipo de relaciones que mantuvieron las poblaciones indígenas de la Huasteca, con los complejos culturales tanto del noreste de México, con los establecidos en el sureste de Estados Unidos (Ekholm 1943; Hughes 1947; Krieger 1945; MacNeish 1949). Por decirlo así, la discusión desarrolló el seguimiento de los siguientes tópicos: 1. La ruta de los contactos entre el Norte de México y el Sur de Texas. 2. El tiempo de estos contactos. 3. El grupo o grupos involucrados en dichos contactos y 4. El tipo de contactos que se produjeron. De manera pertinente, se resalta la importancia de abordar dichos problemas mediante el reconocimiento de los diferentes asentamientos humanos a lo largo de la costa hacia el norte, así como los identificados en las secciones que abarcan diferentes macizos montañosos en Tamaulipas (MacNeish 1947, 1958).

Lo anterior continúa siendo de gran relevancia, pues la cultura *huasteca* es la que muestra una mayor cantidad de registros tanto a nivel de documentos históricos, como de evidencias materiales y arquitectónicas, siendo una de las tantas culturas mesoamericanas que

padecieron de cerca el momento del contacto europeo. En este sentido, el trabajo de MacNeish debe reconocerse por llevar a cabo las primeras comparaciones entre lo que denominó complejos culturales de Tamaulipas, los cuales documentó y complementó a partir de investigaciones previas. Entre éstas contamos con la secuencia cultural para la región de Tampíco-Pánuco en la porción sur del estado (MacNeish 1954), seguido de sus trabajos en el cañón del Diablo en la Sierra de Tamaulipas y del Infiernillo en la Sierra Madre Oriental (MacNeish 1950, 1958, 1998). De esta manera, profundizó en la descripción de los diferentes materiales que encontró en los sitios explorados, relacionándolos con el problema del tipo de interacción que pudieron darse entre dichas culturas. Este esfuerzo tuvo a bien, la definición de elementos arqueológicos que explicaron las relaciones culturales entre los grupos indígenas de México y Estados Unidos, destacando la importancia que tuvo en estos contactos la costa del golfo y el delta del río Bravo (MacNeish 1947). Así mismo, abordó las cuestiones sobre las sociedades pre-cerámicas y el desarrollo de grupos sedentarios en la porción suroeste del estado, desarrollando aquí el problema del uso y domesticación temprana de plantas en la zona (MacNeish 1958, 1998; Whitaker *et al.* 1957).

De las conclusiones vertidas, establece los fundamentos para hablar de seis complejos culturales principales (Fig. 3), con base en los análisis de diferentes elementos arqueológicos como la lítica, concha, cerámica, restos botánicos, entierros humanos y sitios con arquitectura, mismos que pudieron presentarse distribuidos de manera concentrada o dispersa en una vasta y variada región. Estos complejos se organizaron como: 1) *Diablo* y *Los Ángeles*, 2) *Abasolo*, 3) *Repelo*, 4) *La Huasteca*, 5) *Brownsville* y 6) *Pueblito*.



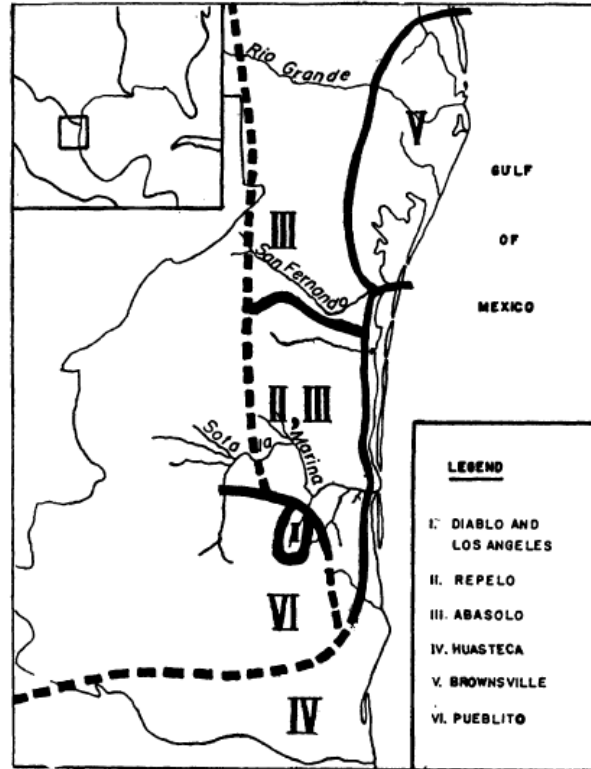


Fig. 3. Complejos culturales de Tamaulipas. Tomado de MacNeish (1947).

Sabemos que en varias cuevas situadas a lo largo de los cañones que surcan la Sierra de Tamaulipas, MacNeish logró observar hasta tres estilos diferentes de pinturas rupestres, pero sólo dos complejos de artefactos pudieron ser claramente identificados. Estos fueron los denominados *Diablo* y *Los Ángeles*, indicando que el primero, carente de cerámica, resultó de mucho mayor antigüedad que el segundo (MacNeish 1947, 1958). Cabe agregar, que estos complejos y sus fases pudieron definirse a partir de recorridos, excavaciones estratigráficas y posteriormente, mediante la correlación de fechamientos relativos y absolutos (MacNeish 2001), corroborando que el complejo *Diablo* es el más temprano, situándolo en las capas propias de finales del Pleistoceno entre 12,000 a 10,000 a. C. Como ya se adelantó, el complejo *Los Ángeles* resultó mucho más tardío, donde la

evidencia cerámica y otros artefactos lo ubica entre el 1,200 al 1,750 d. C. (MacNeish 1950, 1958).

Para el caso de los complejos *Repelo* y *Abasolo*, este investigador los situó en la zona central y norte de la entidad tamaulipeca, diferenciándolo claramente de la región noreste hacia el delta del río Bravo, ocupado tardíamente por el complejo *Barril-Brownsville*. Una característica del complejo *Abasolo*, fueron las puntas de proyectil de silueta triangular con base redondeada sin espiga, las cuales tipológicamente en la actualidad son clasificadas como *Tortugas* y *Abasolo* (Pérez 2008). Este complejo, parece haberse extendido a lo largo de la costa desde el río Soto la Marina hasta el río San Fernando, dispersándose tierra adentro a la región de Reynosa y al área de Texas. La cerámica no formaba parte de estos grupos, aunque en muchos de los sitios se llegaron a encontrar tuestos de los últimos periodos de *la Huasteca* y en menor medida, algunos anteriores del complejo *Pueblito*. De manera similar, puntas *Abasolo* fueron identificadas en periodos tardíos de este último (MacNeish 1947). Dicho de otro modo, la presencia de materiales típicos de la cultura *huasteca* en esos sitios, así como varios de sus campamentos, parece indicar que estos grupos coexistieron durante bastante tiempo. Una extensión de esta cultura, fue identificada a inicios del *Prehistórico tardío* en ciertos sitios del foco *Pecos* en el centro-sur de Texas antes del 1000 d. C., por lo que dicho complejo, puede que tenga registros en esta área desde antes del 800 d. C., hasta el periodo *Histórico* (Kelley *et al.* 1941; MacNeish 1947).

Por su parte, el complejo *Repelo* se encuentra ecológicamente relacionado con el anterior, pues también se extiende tierra adentro desde la costa sobre el área que ocupan los ríos Soto la Marina y el San Fernando. Las puntas de proyectil son muy parecidas a las *Abasolo*, no obstante, resultan ser de mayores dimensiones, por lo que posiblemente las puntas

asociadas a dicho complejo sean anteriores a éstas (Pérez 2008). Aunque no se encontraron evidencias de cerámica, una buena cantidad de raspadores y puntas de proyectil se produjeron y caracterizaron a estos grupos. Artefactos parecidos se localizaron en el área del sur de Texas, aproximadamente entre San Antonio y Laredo durante el *Arcaico tardío* (Kelley *et al.* 1941). La similitud de muchos de estos materiales, llevó a determinar que son de la misma época que el foco desarrollado hacia el río Pecos entre el 500-1000 d. C, lo que sugiere también, puedan estar relacionadas con el complejo *Abasolo* (MacNeish 1947).

En cuanto al complejo *Barril-Brownsville*, este ocupó tardíamente el área del delta del río Bravo desde el norte del río San Fernando, hasta el condado de Willacy en Texas, pero al parecer no se extendió más allá de 35 kilómetros tierra adentro hacia el oeste. Establecidos básicamente sobre lomeríos y carentes de producción cerámica, los sitios de este complejo presentan en superficie abundantes fragmentos de lítica y concha, además de una buena cantidad de herramientas y ornamentos manufacturados en estos materiales. Entre ellos se encuentran raspadores, pendientes, discos perforados de varios tamaños, así como puntas de proyectil aprovechando la forma natural de la *columnella*. En los sitios de este complejo, se localizaron también entierros humanos sin objetos asociados, aunque destacaron algunos flexionados con cerámica del *Posclásico* de la cultura *huasteca*, lo que clarifica las rutas y los momentos de contacto de estos grupos, con los asentados alrededor del río Bravo (MacNeish 1947).

*La Huasteca* resulta el complejo comprendido en la porción sur de Tamaulipas, extendiendo su presencia al norte por la costa hasta el río Soto la Marina. Como se mencionó al principio de este apartado, esta cultura es la que ha recibido mayor atención en los estudios arqueológicos en Tamaulipas, pues actualmente abarca también parte del

estado de Veracruz, el oriente de San Luís Potosí, Hidalgo y una pequeña porción de la Sierra Norte de Puebla (Ochoa 1984; Ramírez 2007). De este modo, teniendo como antecedentes las investigaciones de Ekholm (1944) y con el objeto explícito de encontrar elementos arqueológicos que pudieran estar asociados a las fases tempranas establecidas para la Sierra de Tamaulipas, MacNeish (1954) recorre la costa realizando excavaciones en la región del río Pánuco, buscando asentamientos correspondientes a los primeros periodos de la secuencia cultural establecida para ese entonces. Sus investigaciones descubrieron elementos arqueológicos diferentes a los localizados por Ekholm, mismos que tampoco tienen relación con los de la Sierra de Tamaulipas (MacNeish 1950, 1958), por lo tanto, adicionando tres fases más, estima que estos materiales son anteriores al primer periodo de la secuencia construida por aquel investigador. Sobre la identificación numérica de esta cronología establecida por Ekholm, MacNeish propone una nueva secuencia con base a los tipos cerámicos y de figurillas, diferenciándola con el nombre de los sitios y de algunos de sus colaboradores (Cuadro 2).

Cuadro 2

<b>Ekholm (1944)</b>	<b>MacNeish (1954)</b>
<b>Periodo VI</b>	Pánuco
<b>Periodo V</b>	Las Flores
<b>Periodo IV</b>	Zaquil
<b>Periodo III</b>	Pithaya
<b>Periodo II</b>	Prisco
<b>Periodo I</b>	Chila
	Aguilar blanco
	Ponce
	Pavón

Primeras secuencias culturales para la región de Tampico-Pánuco.

Cabe señalar aquí, que las secuencias culturales para la zona de la Huasteca desde entonces, han sido objeto de mayores investigaciones y precisiones, incluyendo desde la ubicación de

grupos seminómadas para ciertos periodos relativamente tempranos, hasta la presencia de sociedades sedentarias. Ejemplo de lo anterior, son las investigaciones desarrolladas en la cuenca baja del río Pánuco, que parten del estudio en diferentes zonas de los estados de Veracruz, San Luis Potosí y Tamaulipas (Merino *et al.* 1987, 1997, 2004). Los resultados obtenidos, permitieron observar el desarrollo cultural a nivel regional sobre los afluentes de los ríos Guayalejo, Pánuco, Tampaón y Moctezuma. De este modo, retomando las valoraciones de MacNeish, se logró corroborar la secuencia correspondiente al desarrollo de los grupos asentados en la región de Xicontécatl en Tamaulipas a partir del 7,000 a. C. Esta zona mostró correspondencias con los tipos *Nogales*, *Abasolo* y *Tortugas*, encontrados también el sur de Texas y en la Sierra de Tamaulipas, continuando con la propuesta de once fases culturales durante el *Formativo* para los grupos sedentarios a partir del 1700 a. C. (Merino *et al.* 1997, 2002, 2004). Esta última resulta de gran relevancia, pues permite realizar comparaciones relativas y absolutas entre los periodos reconocidos en la zona de la Huasteca, con las secuencias establecidas para la Sierra de Tamaulipas y Sierra Madre Oriental, aportando valiosa información en cuanto al problema del origen y dispersión, de las sociedades sedentarias en dicha zona como veremos más adelante.

Finalmente el complejo *Pueblito*, se encuentra focalizado principalmente hacia la Sierra de Tamaulipas. Al parecer no se extendió más allá al norte del río Soto la Marina ni al este del río San Fernando, aunque a decir verdad, sus fronteras meridionales y occidentales no se han determinado del todo (MacNeish 1947). Se trata de grupos que llegaron a desarrollar una compleja red de sitios con arquitectura de piedra, tanto que en principio, se relacionaron a la cultura *huasteca* debido a la gran similitud que tienen por el manejo de grandes plazas y basamentos de planta circular. Sin embargo, los tipos cerámicos y muchos

otros artefactos son distintos (MacNeish 1947, 1950, 1958). Estos sitios se encuentran generalmente sobre las cumbres de cerros escarpados, aunque de vez en cuando, en las mesetas y llanuras de inundación de los cañones sobre las colinas. A partir de la cerámica, se distinguieron tres períodos descritos en diferentes etapas tempranas, medias y tardías. Esta cultura, aunque se localizó en la misma zona que los complejos *Diablo* y *Los Ángeles*, no mostró materiales de ninguno de éstos en sus sitios, por lo que el último es evidentemente posterior, mientras que el primero, debido a la cronología y falta de cerámica resulta todavía muy anterior a ambos. No obstante, destaca que presenta similitudes con otra buena cantidad de sitios en la porción suroeste de Tamaulipas, mismas que merecieron la atención por la abundante presencia y conservación de materiales arqueológicos tanto en cuevas, como en numerosos sitios con este tipo de arquitectura (Hanselka 2008, 2011; MacNeish 1958, 1998).

### **Secuencia cultural de la región suroeste**

La extensión y presencia de ocupación humana, en distintas cuevas y sitios con arquitectura de piedra hacia la Sierra Madre Oriental, llevó a establecer una secuencia comparativa a la obtenida anteriormente con los grupos establecidos en la Sierra de Tamaulipas (MacNeish 1958). A partir de la caracterización de diferentes tipos de materiales como herramientas y utensilios de piedra, madera, restos botánicos, cestería y para periodos tardíos la cerámica, sugiere que estos grupos no tienen correspondencia con los establecidos en la porción sur en sus periodos más tempranos. Sin embargo, sí muestra cierta asociación con los ubicados hacia el este, separándose de los anteriores por un periodo aproximado de 5,000 años. De este modo, se aborda el problema del uso y domesticación de ciertas plantas, así como del proceso de sedentarización de varios de estos grupos. Dichos trabajos como ya se

mencionó, comienzan en el cañón del Infiernillo, específicamente en la localidad de Ocampo al suroeste de Tamaulipas, enfocándose sobre todo en el análisis estratigráfico, por radiocarbono y paleobotánico, de diferentes plantas silvestres y vegetales cultivables como la calabaza, frijol, maíz y algodón (MacNeish 1998; Mangelsdorf *et al.* 1964; Whitaker *et al.* 1957).

La fase más temprana denominada *Infiernillo*, se calculó entre el 7,000 y 5,000 a. C., la cual presentó semillas de vainas silvestres (*Lagenaria sicerarea*), puntas de proyectil, raspadores de piedra, así como fragmentos de petates, redes y cestería. Llamó la atención que en las últimas capas de esta fase, se observaron cortezas de ciertos tipos de calabaza (*C. foetidissima* y *C. pepo*). Para la siguiente fase conocida con el nombre de *Ocampo*, fechada después de un hiatus de 1,000 años (Hanselka 2008, 2011), se ubica entre el 4,000 al 2,300 a. C., teniendo representadas de igual modo semillas de frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris*), una mayor cantidad de semillas de los tipos de calabaza anteriores, en adición a una variedad más (*C. aygirosperma*), sugiriendo a partir de este momento su probable cultivo. Las herramientas de piedra incluyeron raspadores, puntas de proyectil y lanza dardos de madera, mejor conocidos por algunos como *átlatl*, pero sobre todo, destacaron estilos de cestería y cordelería más elaborados. Varios de estos materiales se asemejaron a los localizados en la cueva de la Perra en la Sierra de Tamaulipas, e incluso a los observados durante el *Arcaico* hacia ciertos puntos del foco *Falcón* en el área de Texas (Whitaker *et al.* 1957).

La siguiente fase ubicada como el periodo *Flacco*, mostró una disminución de las herramientas burdas, abriendo paso a nuevas formas de puntas de proyectil triangulares de menor tamaño para la cacería, además de un refinamiento mayor en los enlazados de la

cestería y cordelería. Según MacNeish, la dieta de estos grupos consistió igual que en los anteriores en una mezcla del uso de plantas silvestres, así como vegetales cultivables temporalmente (Hanselka 2008; Whitaker *et al.* 1957), entre los que destacaron las diferentes variedades de calabaza mencionadas y en menor medida, una especie de maíz (*Zea mays*). Estos materiales se encontraron fechados entre el 2,300 al 1,800 a. C. La fase *Guerra* continuó del 1,800 al 1,400 a. C., con el uso reiterado de las plantas silvestres y cultivadas antes descritas, mostrando un aumento en el consumo del maíz y la incorporación de otro tipo de calabaza (*C. moschata*). Los artefactos de cestería y cordelería, presentan decoraciones en sus bordes y destaca la presencia de entrelazados de algodón. Una variedad de pequeñas puntas de proyectil triangulares fueron muy comunes, así como la presencia de diversas formas de raspadores de piedra, morteros y otros utensilios fabricados en madera.

Se cree que estos grupos, pudieron haber sido contemporáneos con aquellos productores de cerámica durante el comienzo de la vida aldeana o en villas que se venían desarrollando sobre todo en la región del sur. Lo anterior cobra sentido, cuando observamos las características propias de la siguiente fase denominada *Mesa del Guaje*, que abarcó del 1,400 al 400 a. C. La elaboración de cerámica propia, el aumento de la producción de figurillas de barro modeladas, así como el establecimiento de aldeas o villas concentradas, sugiere muchas similitudes con las poblaciones descritas para la zona de la Huasteca. Estas poblaciones, además de incluir en sus alimentos animales, plantas y semillas silvestres, eran ya agricultores, por lo que aumentó sobre todo la producción de maíz, frijol, calabaza y algodón. Entre los artefactos de cestería y cordelería se incluyen petates, finas mantas tejidas de fibras de algodón, redes y canastas de tejido dividido. Las puntas de proyectil son



pequeñas, de forma triangular y ovalada, además de la presencia de morteros y metates de madera y piedra.

En cuanto a las fases *La Florida* y *Palmillas*, podemos decir que son muy parecidas entre sí, no obstante, la primera abarcó del 400 a. C. al 200 d. C., mientras la segunda se encuentra fechada del 200 al 900 d. C. Cabe señalar que la primera, se definió recientemente en el en el área (Hanselka 2008, 2011), pues las dataciones por radiocarbono mejoraron mucho con el uso de espectrometría de masas por aceleradores (AMS por sus siglas en inglés). Este periodo, es marcado por el establecimiento de lo que MacNeish insinúa como el inicio y apogeo de grandes ciudades, pues los sitios muestran amplias plazas, plataformas y pirámides construidas de piedra. Se observa el uso de pipas cilíndricas de barro para fumar tabaco, se tiene registrado el uso del arco y la flecha, así como la producción de alfarería. También produjeron finas mantas de algodón y petates de diferentes fibras vegetales, lo que derivó en una amplia gama en los tipos de redes y cestería (MacNeish 1998; Whitaker *et al.* 1957). Las puntas de proyectil presentan muescas de esquinas dentadas, mientras las figurillas son en gran parte moldeadas. El modo de subsistencia era muy similar al de la fase anterior, sin embargo, a partir de este momento ya es referida como una agricultura intensiva, incorporándose a la dieta otras variedades de calabaza (*C. mixta*) y de leguminosas (*Phaseolus lunatus*). Estas culturas tienen paralelo con las desarrolladas en la región de la Huasteca, así como las del *Clásico* en el resto de México.

La siguiente fase de la zona suroeste es *San Lorenzo*, dichos grupos mantuvieron un modo de subsistencia similar, pero al parecer, los materiales asociados fueron menos estilizados. En esta se incluyen cerámica rastrillada, puntas de flecha triangulares con retoque en sus

muestras, una gran cantidad de raspadores pequeños, mantas de algodón y una cestería menos elaborada. A partir de las correcciones hechas a los fechamientos de MacNeish, esta fase después de un breve *hiatus* se ubicó entre el 1,100 al 1,500 d. C. (Hanselka 2008, 2011), antecediendo así al último periodo de dicha secuencia. Finalmente ésta se denominó *San Antonio*, se encuentra fechada básicamente ya para el periodo *Histórico* en un rango de entre el 1,550 al 1,740 d. C. De igual forma, la cultura material es menos elaborada, las villas resultan ser de menor tamaño y carecen de arquitectura de piedra. En palabras de MacNeish y colaboradores (1957), existe una buena evidencia del cambio cultural debido a la continuidad provocada por el desarrollo interno y la difusión de las culturas del sur, sin dejar de lado el impacto que tuvo la zona el proceso tardío de colonización española.

A manera de síntesis, hemos presentado los diferentes complejos culturales establecidos para la región de Tamaulipas, particularmente los desarrollados en la región del suroeste, mismos que sirven para darnos una idea de la diversidad de grupos y sus relaciones tanto espaciales como temporales. Como se puede ver, estos comprendieron diferentes zonas y lapsos en el tiempo, abarcando el área del delta del río Bravo, la porción central, costa-sur y suroeste de Tamaulipas desde finales del Pleistoceno, hasta muy entrado el siglo XVIII.

Detalles sobre las diferentes etapas y la variedad de sitios se encuentran descritos en diferentes trabajos arqueológicos e históricos, no obstante, el objetivo aquí fue sólo mostrar una breve descripción de los mismos desde un enfoque local y regional, el cual puede verse resumido en el cuadro 3.

Cuadro 3.

Años a. C/d. C.	Texas	Tamaulipas				Cuenca baja del río Pánuco	Mesoamérica		
		Sierra de Tamaulipas	Suroeste de Tamaulipas	Xicoténcatl	Noreste de Tamaulipas				
1,800	Histórico								
1,500		Prehistórico Tardío	Los Ángeles	San Antonio		Brownsville		Posclásico	
1,000	La Salta		San Lorenzo			Tamuín			
700	Arcaico					Tanquil	Clásico		
200		Eslabones	Palmillas	Periodo III		Coy			
0		Laguna	La Florida			Abasolo	Tantuán III	Formativo	
200									Tantuán II
600						Mesa del Guaic			
1,000							Tampaón		
2,000		Almagre	Guerra			Repelo	Chacas		
3,000		La Perra	Flacco		Periodo II	Nogales	Pujal		
6,000		Paleo-Indio					Chajil		
			Lerma		Infiernillo	Periodo I			
10,000									
12,000		Diablo							

Secuencias culturales de Tamaulipas y áreas adyacentes. Tomado de Pérez (2008) modificado por el autor.

A continuación, describiremos los antecedentes y la problemática arqueológica que observamos en las cuevas mortuorias del suroeste de Tamaulipas, resaltando en este caso el área de Tula, localidad aledaña a la región de Ocampo y de donde procede el material del presente estudio.

### **Panorama arqueológico de la región suroeste**

En 1937 Javier Romero y Juan Valenzuela, de la entonces Dirección de Monumentos Prehispánicos del INAH, exploraron las cuevas de los Portales situadas en el cañón del

Infiernillo municipio de Ocampo. Su trabajo además de pionero en el tema, describe la presencia de sitios con arquitectura de piedra y en cuevas que contienen numerosos restos óseos humanos, entre diferentes capas de sedimento con gran cantidad de materia vegetal, semillas, fragmentos de cestería, cordelería, textiles, cerámica y herramientas de piedra (Romero *et al.* 1945). Entre 1953 y 1954, estas cuevas en adición a la de Ojo de Agua en la misma localidad, fueron exploradas nuevamente por MacNeish, quién como se mencionó en el apartado anterior, estaba llevando a cabo una serie de estudios relacionados con las sociedades pre-cerámicas y sedentarias en la zona. En 1947 este investigador, trabajó primero la región de la Huasteca hacia el área de Tampico-Pánuco (MacNeish 1947, 1954), poco tiempo después se trasladaría a la Sierra de Tamaulipas (MacNeish 1950, 1958), demostrando que sitios arqueológicos como los encontrados en las cuevas del Diablo, Nogales, la Perra, Armadillo y Humada, propician un entorno altamente favorable para la preservación de restos botánicos.

Por aquellas épocas, MacNeish contó con información del profesor Edmundo Castro Núñez, maestro normalista del estado de Tamaulipas, que aún sin ser arqueólogo de carrera, se preocupaba por la protección y preservación de los diferentes sitios que observó durante sus actividades en el campo. Misma cuestión que notificaba al Instituto Nacional de Antropología e Historia a través de la Dirección de Monumentos Prehispánicos, bajo la dirección de Eduardo Noguera. Con dicho apoyo, MacNeish investigó varios sitios hacia la Sierra Madre Oriental, que incluyeron abrigos rocosos con pinturas rupestres, arquitectura de piedra y algunas otras cuevas con presencia de restos óseos humanos (Castro *et al.* 2012). En este sentido, las cuevas de los Portales y Ojo de agua a pesar de estar muy saqueadas, se caracterizaron por ofrecer numerosos restos orgánicos de distintos tipos de

calabaza, frijol y maíz, artefactos de piedra, cestería, cerámica, así como algunos entierros humanos, entre los que destacaron individuos momificados (MacNeish 1998; Whitaker *et al.* 1957). Es aquí donde al examinar los cambios en los conjuntos de artefactos sobre el tiempo, dicho arqueólogo estableció sus nueve fases culturales para la región del suroeste, dando como resultado una secuencia cultural comparable a la desarrollada para los grupos que se asentaron en la Sierra de Tamaulipas.

Si bien, los trabajos de MacNeish pueden ser criticados debido a ciertas ambigüedades que resultan propias de su época, debe reconocerse a este investigador como uno de los primeros en aplicar aquí fechamientos absolutos por radiocarbono, en correlación al registro estratigráfico de artefactos con materiales orgánicos en cuevas (Whitaker *et al.* 1957). Como sea, la cantidad y variabilidad de los restos botánicos encontrados, así como de los distintos materiales arqueológicos, continúa sugiriendo su introducción periódica durante las distintas etapas de ocupación. Sin embargo, lo anterior pudo haberse dado ya sea como objetos asociados al tratamiento funerario, o bien, del almacenamiento, intercambio o comercio producto de actividades como la caza, recolección y cultivo, denotando una diversidad de escenarios cotidianos o rituales que no han sido esclarecidas del todo.

Lo que si podemos afirmar, es que estos datos son compatibles con la idea actual de que el origen de la agricultura en México, consistió en un proceso gradual en el que las plantas cultivables más importantes fueron domesticadas en áreas y épocas distintas, siendo incorporadas a las dietas locales conforme iban aumentando de valor y producción. De manera análoga, las distintas etapas de ocupación humana en cuevas, parecen indicar un cambio lento y paulatino de grupos unifamiliares y móviles (micro bandas) a una

habitación más frecuente y de largo plazo hacia grupos multifamiliares (macro bandas) que se reunían para cosechar tanto recursos silvestres, como cultivables de manera estacional (Hanselka 2008, 2011). Después de un prolongado lapso de tiempo, cambios climáticos, el aumento en el tamaño de las poblaciones, la llegada de otros grupos, el establecimiento del sedentarismo y la producción de alimentos a gran escala, favoreció la presencia de aldeas y asentamientos permanentes que dependían en gran medida de la agricultura (Diamond 2006; Flannery 1973; Hanselka 2008; MacNeish 1967; Smith 1998b; William *et al.* 2009). . Esta situación puede ser corroborada hacia el sur y suroeste de Tamaulipas, al observar numerosos lugares que presentan arquitectura de tierra y piedra, tanto a lo largo de la llanura costera, como entre los valles intermontanos cuando menos desde el *Formativo* hasta el *Posclásico* (Ramírez 2007; Ramírez *et al.* En prensa)

Debemos señalar que esto no significó necesariamente el abandono de muchas de estas cuevas, ya que fueron ocupadas una y otra vez por diferentes grupos y momentos. Para la región que nos interesa aquí, ya vimos que para la Sierra de Tamaulipas, MacNeish denominó culturalmente a muchos de estos grupos dentro del complejo *Pueblito*, tratándose de poblaciones que mantuvieron posiblemente en sus periodos tempranos una economía mixta de caza, recolección y cultivo con una forma de vida seminómada y posteriormente sedentaria. Compartiendo algunos aspectos con otros grupos hacia las zonas de la Sierra Madre Oriental, como de las áreas lacustres y bajas ubicadas sobre los ríos que desembocan a lo largo del litoral del golfo de México y sur de Estados Unidos. En este sentido, muchos investigadores reconocen que el régimen mixto de caza-recolección-cultivo, exhibió una notable diversidad incorporando diferentes tipos de alimentos silvestres y cultivados, o sea,

administraban al mismo tiempo en sus dietas locales alimentos recolectados y alimentos domesticados (Hanselka 2008).

Reconocer esta variabilidad desde el punto de vista de la producción de alimentos de baja intensidad (Smith 1998a, b, 2001), permite una comprensión mucho más amplia que la sola idea de transición del modo de subsistencia cazador-recolector al de agricultor, en una trayectoria unilineal y abrupta entre dos estrategias económicas diferentes y antagónicas. Es decir, después de la aparición de primeras plantas cultivables y la época en que diferentes grupos usaban cuevas como habitación y depósito funerario, tenemos un periodo en el cual las poblaciones practicaron un modo y estilo de vida no nada más de caza, recolección y pesca, sino también de cultivo estacional de baja intensidad. Dicho de otro modo, el periodo entre las primeras plantas domesticadas y las primeras aldeas agrícolas en México, se caracterizó como una época en la cual los productores de alimentos de baja intensidad, funcionaron durante mucho tiempo bajo una amplia gama de contextos ambientales y culturales, usando localmente diversas plantas recolectadas, pero también domesticando o adoptando esporádicamente plantas cultivables a grados variados. Noción referida por algunos investigadores como “mosaico complejo de desarrollo regional” (Hanselka 2008, 2011; MacNeish 1958; Smith 1998a). En la zona del suroeste, esto lo podemos ver reflejado no sólo en la Sierra de Tamaulipas, sino también en la porción occidental de la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, comprender este tipo de argumentos y buscar los datos empíricos en campo, presenta la problemática de la evidencia cultural y estratigráfica. Es decir, el saqueo, la remoción de materiales por animales y la falta de métodos de excavación arqueológica en cuevas y sitios en la sierra, impide reconocer la extensión de estas prácticas.

Contrastar entonces la información derivada de los elementos zooarqueológicos y botánicos del contexto arqueológico, con los propiamente del análisis isotópico de elementos estables en huesos y dientes, resulta un modelo de análisis ideal para ampliar el estudio de estos procesos en otros sitios del suroeste de Tamaulipas. Sobre todo aquellos que presentan dicha problemática, pues en el caso de las cuevas utilizadas como sepulcros, generalmente el material mayor representado son los restos óseos humanos. Conocer qué porcentaje de cierto tipo de fuentes de proteína animal y vegetal, ya sea terrestre o marina, ocupaban en la dieta algunos de los antiguos habitantes de la zona en lo que hoy es el suroeste de Tamaulipas, permite aportar información adicional al entendimiento del mosaico complejo de desarrollo regional.

### **La cueva de la Sepultura, Tula, Tamaulipas**

A pesar de que el municipio de Tula se distingue por estar situado en un área con depósitos paleontológicos, arqueológicos y monumentos históricos, son pocas las investigaciones que se tienen acerca de enterramientos humanos y de materiales asociados que nos puedan hablar sobre su situación social y cultural. Una de las primeras referencias que tenemos se la debemos a Toribio de la Torre (1975), quien en 1847 reporta el hallazgo de lo que fue descrito en su momento como dos momias; una en la pirámide de *Tammapul* y otra en unas fincas rústicas de este mismo municipio. Al respecto comenta:

“La primera [...] estaba en un nicho que existió entre dos pilares antes de la destrucción del monumento y a una distancia proporcional uno del otro, y entre ambas columnas se encontró un nicho de piedra labrada y dentro la momia de un párvulo que conservaba la cara cubierta con un plato de barro fino que contenía en



el fondo interior el dibujo de las imágenes del sol y de la luna [...]” (Ramírez 2008).

Sobre la otra se agrega:

“[...] a fines del último siglo fue descubierta una momia, aunque no los hallé de acuerdo en el sitio, pues que él varia de pie del monumento en cuestión, al de unas fincas rústicas que fueron propiedad del señor don Antonio Rodríguez Gómez y se hallaban situadas un poco más al oriente; pero sea como fuere, hace poco al caso, puesto que todo el contorno del túmulo puede considerarse como un vasto cementerio y que la tal reliquia de las costumbres de los antiguos pueblos, se encontró en un nicho, con las rodillas unidas al pecho, la barba apoyada sobre ellas y los brazos cruzados por delante hacia los pies y sobre las canillas: que su conservación era perfecta por haber estado envuelta en lienzos de algodón y una tela tosca al parecer compuesta de fibras de maguey, ambas casi en estado de disolución, asegurando también que la primera tela o inmediata al cuerpo contenía una especie de betún o resina odorífica” (Ramírez 2008).

Interpretando lo anterior, el primer caso relata el descubrimiento de un entierro infantil caracterizado por mostrar la práctica de colocar un plato invertido sobre la cabeza, costumbre conocida en las culturas de la Huasteca como vasija capital, presente durante el *Formativo* y el *Posclásico* (Aquino *et al.* 2004; Du Solier 1947; Merino *et al.* 1997; Ochoa 1984; Pérez 2009; Ramírez 2007; Velasco 2010). La descripción de la vasija capital de dicho entierro, recuerda los típicos platos huastecas del periodo VI de Ekholm (1944), mismos que ostentan una decoración en forma de sol al centro. *Tammapul* se encuentra entre la Huasteca y la Sierra Madre Oriental, donde se han encontrado evidencias de intercambio, por lo tanto no resultaría extraño encontrar este tipo de prácticas en la zona (Ramírez 2008).

Respecto al segundo caso, de la Torre deja en claro que desconoce la ubicación real de la momia y su procedencia, pero la detallada descripción que hace es sugerente. Se trata de un bulto mortuorio sujetado por lienzos y petates que ocasionan la posición forzada del cuerpo, apretando las rodillas contra el pecho y la barbilla sobre ellas. Esto al parecer resulta muy factible, ya que los hallazgos posteriores en la región, darían otros ejemplares procedentes de cuevas secas que coinciden exactamente con este patrón (MacNeish 1998; Romero *et al.* 1945), descripción que a su vez muestra un impresionante parecido con las halladas en la región lagunera en el estado de Coahuila, colindante con los estados de Durango y Zacatecas (Aveleyra *et al.* 1956; González 2006; Romano 2005; Romano *et al.* 2005). En este sentido, el ejemplar documentado por de la Torre, probablemente fue encontrado en alguna cueva de los numerosos cañones que surcan la Sierra Azul donde décadas más tarde se localizaron otras momias en la región de Ocampo (Ramírez 2008, 2014), o bien, al oeste en la Sierra de Naola, en el municipio de Tula, donde se han registrado recientemente otras cuevas mortuorias (Pérez *et al.* 2011a; Pérez *et al.* 2011b; Pérez *et al.* 2011c; Velasco 2011; Velasco *et al.* 2013).

Una de estas cuevas se conoce localmente con el nombre de las Calaveras o la Sepultura, esto debido a la gran cantidad de restos óseos humanos observados en su interior. Sin embargo, dicho sitio ha sufrido la incursión de saqueadores que, aunado a los factores de alteración natural, no se encontraron bultos mortuorios *in situ*, ni materiales diagnósticos u orgánicos suficientes, que nos permitan ubicar sus características culturales y temporalidad. A continuación describiremos los aspectos más relevantes sobre la ubicación y características de este sitio, ya que los materiales óseos recuperados son los empleados en

este estudio, con los cuales intentaremos caracterizar culturalmente desde el punto de vista de la dieta y la tafonomía.

### **Localización y acceso**

El municipio de Tula (Fig. 4), se ubica en la parte suroeste de la entidad tamaulipeca entre los 22° 59' de latitud norte y 99° 43' de longitud oeste, a una altitud de 1173 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Bustamante, Palmillas y Jaumave, al sur con el estado de San Luis Potosí, al oeste con Nuevo León y al este con el municipio de Ocampo. Posee una extensión territorial de 3,062,33 km<sup>2</sup>, que representa el 3.33% del total del estado (INEGI 1983). El tipo de clima que impera en la zona es el BS0hw (x'), clima semiseco incluido en la región de la Sierra Madre Oriental. En las épocas de mayor calor, las temperaturas alcanzan los 40°C. Sin embargo, el promedio anual oscila entre los 28° y 30°. Por otra parte, el mes más frío es enero con temperaturas mensuales de 15°, las cuales pueden llegar a descender aún más. Las precipitaciones se presentan generalmente solo en verano y oscilan entre 360 y 430 milímetros anuales (INEGI 1983).



Fig. 4. Ubicación del municipio de Tula en el estado de Tamaulipas, México.

Las elevaciones más importantes en la región son la Sierra Mocha, los Picachos, la Sierra de Tula, la Sierra Naola, Cinco Palos y el cerro de la Cebolla. Estas en su conjunto forman parte del sistema de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, o bien, de la Subprovincia Sierras y Llanuras que abarca la porción suroeste de Tamaulipas entre los municipios de Bustamante, Miquihuana y Tula. Dichas sierras son principalmente formaciones de rocas sedimentarias del tipo calizas, entre las que se encuentran cañones y valles cubiertos de aluviones (INEGI 1983).

Entre las corrientes más importantes tenemos el río Verdito y el río Tula, con las afluentes del arroyo Barbolla, el Algodonal y el Salado. De igual modo, existen algunos cuerpos de agua como la laguna Escondida y la laguna Salada, además de otra con el nombre de San Isidro, relevante porque en torno a ella se asentó el sitio arqueológico de *Tammapul*. Por otro lado, mientras al este tenemos una transición a vegetación de tipo selvático, hacia el oeste comprende abundante matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y mezquital, los tres característicos del *desierto chihuahuense* (Hernández 2006). Las especies características de este tipo de ecosistema, poseen hojas pequeñas especialmente diseñadas para climas secos, algunos ejemplares son la gobernadora (*Larrea tridentata*), nopal (*Opuntia sp.*), cardenche (*Opuntia imbricata*), pata de gallina (*Citharexylum brachyanthurn*), granjero (*Celtis pallida*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*), sotol (*Dasylyrian sp.*) y algunas especies de biznagas (*Ferocatus pilosus*). También encontramos ejemplares de mayor tamaño, como la palma barreta (*Yuca filifera*) y los mezquites (*Prosopis laevigata*). Estudios geoarqueológicos han logrado caracterizar la densidad y diversidad de la vegetación presente en la zona (Caro *et al.* 2012).

Respecto a la fauna silvestre, algunas de las especies más representativas en el área son mamíferos como el coyote (*Canis latrans*), puma (*Puma concolor*), lince (*Lynx rufus*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el venado bura (*Odocoileus hemionus*), codorniz (*Colinus virginianus*), el conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*), liebre (*Lepus californicus*) y el correcaminos (*Geococcyx californianus*), además de aves migratorias como patos y garzones, así como una variedad de reptiles como lagartijas y la serpiente de cascabel (*Crotalus durissus*), entre otros. En cuanto a los asentamientos humanos actuales, en el área pueden distinguirse dos patrones principales de distribución: concentrado y disperso. El concentrado está constituido por poblaciones ubicadas en la cabecera municipal, como son Tula y en menor medida San Antonio de Naola. Por otro lado, el patrón disperso está representado por algunas rancherías, ejidos y parcelas diseminadas, como Gazmones, Lázaro Cárdenas, la Joya de Maravillas y la Joya del Berrendo, estas dos últimas ubicadas en proximidad a la cueva de la Sepultura.

El nombre de esta cueva, fue dado hace tiempo por los habitantes de estas comunidades, precisamente debido a la presencia de numerosos restos óseos humanos en su interior. Este sitio se localizó en las coordenadas geográficas *datum* WGS84 N 23°00'43.9" y 099°58'30.9", sobre la pared escarpada de un abanico aluvial ubicado al oeste de la Sierra de Naola, macizo montañoso que delimita el valle de Tula al oeste y que forma parte del sistema de elevaciones de la Sierra Madre Oriental (Fig. 5). La formación de esta sierra es de origen sedimentario -roca caliza principalmente-, constituyendo una cuenca exorreica con acceso por la parte sur. Para llegar a la localidad más cercana donde se ubica la cueva partiendo de la ciudad de Tula, se toma la carretera federal 101 en dirección a San Luis Potosí. Después de un trayecto de 20 km, a mano derecha se accede a un camino de

terracería que lleva al poblado de Gazmones, situado a 11 kilómetros del entronque con la carretera federal. Llegando a dicho poblado, se sigue por el camino de terracería que conduce a los poblados de Joya de Maravillas y Joya del Berrendo, pero 3 kilómetros antes de llegar a esta comunidad, se toma una brecha a la derecha entre las parcelas hasta llegar a pie de monte, donde se continúa unos 800 metros cuesta arriba por el cañón hasta llegar al sitio. Para acceder a la cueva, es necesario escalar la pared del cañón hasta un punto intermedio, donde existe un pequeño balcón justo antes de la boca de la caverna (Fig. 6).



Fig. 5. Sierra de Naola en su vertiente Oeste, donde se localiza la cueva de las Calaveras o Sepultura.

La entrada del sitio es horizontal, tiene una abertura aproximada de metro y medio por un metro de altura, sin embargo, el interior la cámara es de mayores dimensiones, pues presenta forma de catedral con una altura variable (Caro *et al.* 2012). Es decir, el piso va en descenso conforme se avanza hacia el interior de la cámara, aumentando también la altura de la bóveda (Fig. 7). Aunque la superficie es en mayor parte rocosa, en algunas partes se observa sedimento, principalmente cerca del acceso y hasta unos 7 metros de profundidad.

Al interior de la cueva, se pudo observar una gran cantidad de restos óseos humanos dispersos y mezclados entre sí, lo que indica probablemente, fueron removidos tiempo atrás por fauna y saqueadores. Lo anterior se infiere por la existencia de restos de petate deteriorado y cordelería, sugiriendo que los individuos pudieron haber estado dispuestos en mortajas o bultos mortuorios con sus respectivas ofrendas, guardando cierta similitud con hallazgos realizados en otras cuevas del Norte de México (Aveleyra *et al.* 1956; González 2006; Ramírez 2008, 2014; Romano 2005; Romano *et al.* 2005).



Fig. 6. Detalle del acceso a la cueva de la Sepultura

Es necesario mencionar, que aunque los restos presentan buen estado de conservación, la continua exposición y contacto de visitantes actuales, es decir, gente que se aventura por pura curiosidad a visitar la cueva, o a plena conciencia de extraer objetos, se encargó de ir apilando las osamentas hacia ciertos rincones de la misma, dañando y alterando este valioso material bioantropológico. Lo anterior derivó en un rescate arqueológico en el 2010 (Velasco 2011) y su posterior excavación controlada en el 2011 (Pérez *et al.* 2011b).

Los procesos de rescate y excavación arqueológica en dicha cueva, lograron la recuperación de diversos restos óseos humanos desarticulados, esqueletizados y

semimomificados (Pérez *et al.* 2011b; Velasco 2011; Velasco *et al.* 2013). Los restos esqueléticos se encontraron mezclados y apilados en diversos puntos al interior de la cavidad, lo que indica que la cueva sufrió importantes alteraciones tiempo atrás, siendo quizás aunque no el único, el factor de la remoción y alteración continua de los materiales ahí depositados.

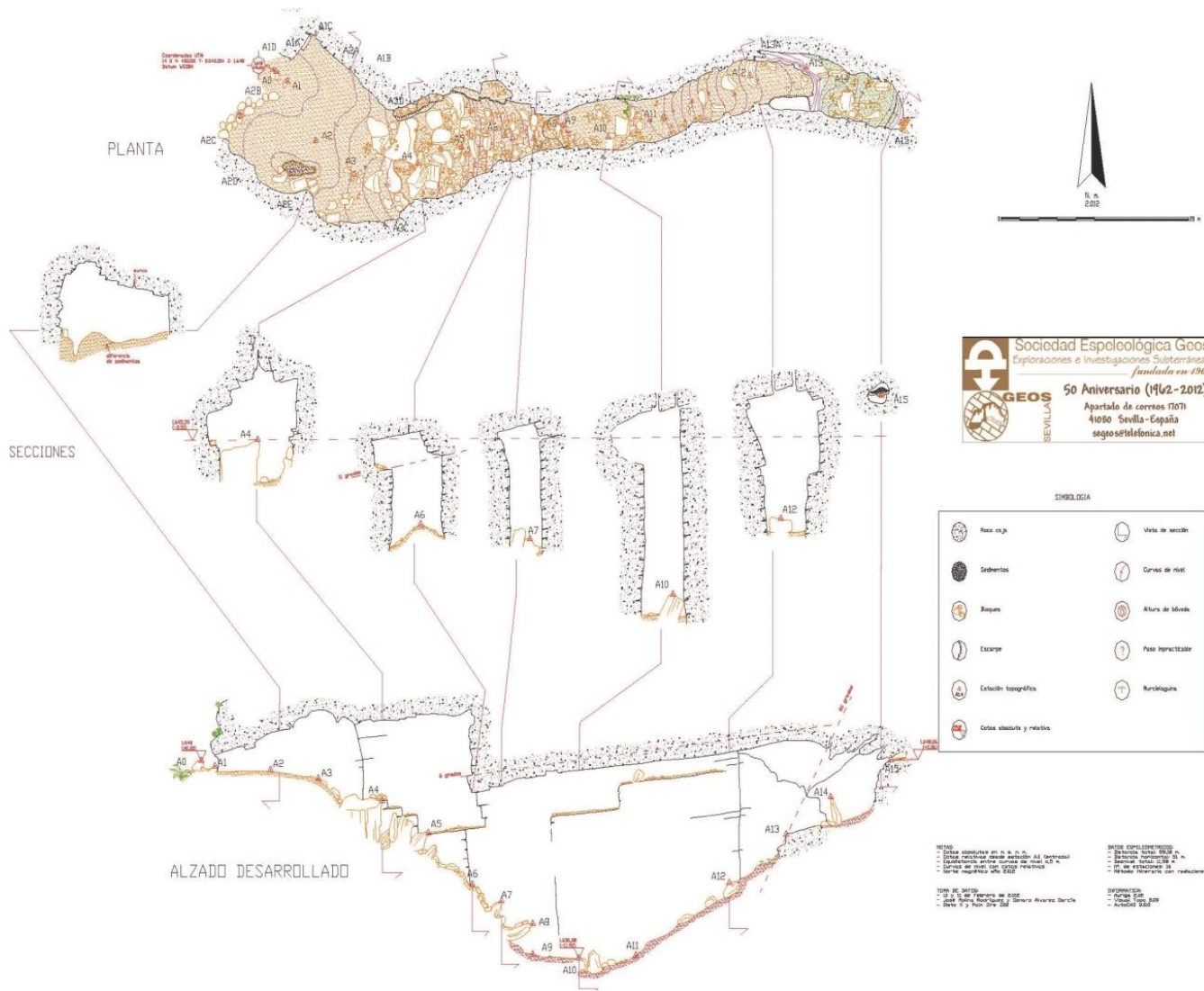


Fig. 7. Plano de la Cueva de la Sepultura. Tomado de Caro *et al.* (2012)



Lo cierto es que se obtuvo una interesante muestra de restos esqueléticos en buen estado de conservación, fragmentos de petates, cestería, objetos de madera, lítica, concha, hueso trabajado y en menor medida restos botánicos (Adriano-Morán *et al.* s/f; Velasco *et al.* 2013). Desde una perspectiva tafonómica, se plantea la hipótesis de que dichos materiales posiblemente se trataron de elementos correspondientes a fardos funerarios, muy semejantes a los que fueron obtenidos en Coahuila en la cueva de la Candelaria, o bien, a los recuperados en otras cuevas de la Sierra Madre Oriental en Tamaulipas. El registro arqueológico para la recuperación de estos materiales, se hizo por medio de conjuntos, ya que su disposición al momento de realizar el rescate y su posterior excavación así lo ameritó (Pérez *et al.* 2011b). En este sentido, los restos óseos del presente estudio proceden en su mayoría de los Conjuntos 1, 2, 3 y 4 (Figs. 8 y 9). A continuación mostramos una breve descripción de cada uno, con el objeto de dar a conocer el estado de conservación y algunas de sus características principales.

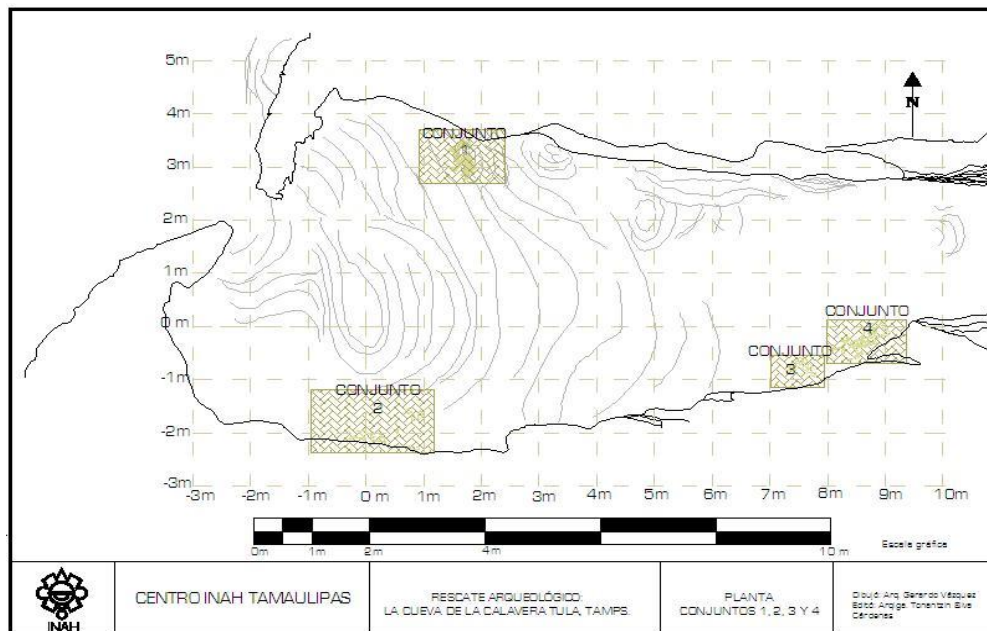


Fig. 8. Planta del sector 1 y 2

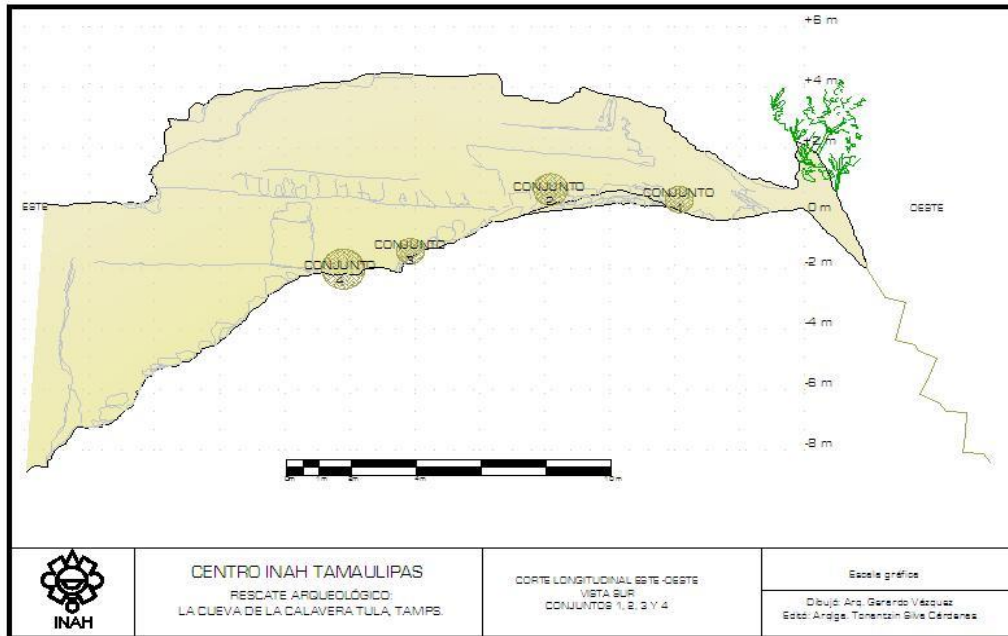


Fig. 9. Corte del sector 1 y 2

### Conjunto 1

Este conjunto se ubicó a unos cuatro metros del acceso de la cueva muy cerca de la pared norte. En su momento se contabilizaron alrededor de tres cráneos y una mandíbula en buen estado de conservación, mismos que se encontraban acomodados encima de una piedra caliza de forma cuadrangular (Foto. 1). Alrededor de ellos se encontraron siete elementos óseos más, siendo estos tres fémures, dos tibias y dos coxales correspondientes a individuos adultos (Velasco 2011). Debemos señalar, que los materiales de este conjunto ya habían sido descritos con anterioridad, pues se menciona que alrededor del año 2000, estaban acompañados de un fragmento de petate, cordelería y una sandalia (Ramírez 2007). Para cuando llevamos a cabo los trabajos de rescate arqueológico, encontramos algunos elementos óseos más y los huesos estaban en una orientación diferente, sin los objetos

mencionados y evidentemente más deteriorados, lo que indica que posiblemente volvieron a ser removidos.

## **Conjunto 2**

Este grupo de materiales óseos, se encontraron en la pared sur a 4 metros de distancia por enfrente del conjunto anterior. En esta concentración, se observaron diversos huesos largos y fragmentos de cráneo de individuos adultos y subadultos fracturados, además de algunas costillas, vértebras, mandíbulas, escápulas, coxales y tres cráneos completos en buen estado de conservación (Foto 2). Cabe agregar que uno de ellos, estaba depositado en una oquedad de la pared, mientras los otros dos entre algunos huecos de la superficie rocosa. Debemos señalar que en el perímetro oeste que rodea este conjunto, se logró apreciar cenizas y huellas de fogatas, las cuales fueron prendidas usando parte de los materiales perecederos arqueológicos. Entre éstos encontramos restos de madera que posiblemente formaban parte de canastas, ya que estos mostraban curvaturas intencionales y fragmentos de cordelería entrelazados (Pérez *et al.* 2011b). Finalmente queremos agregar, que algunos de los elementos recuperados muestran marcas, fracturas y exposición térmica directa, producidas principalmente por roedores y saqueadores (Velasco *et al.* 2013).



Foto 1. Conjunto 1.



Foto 2. Conjunto 2.

### Conjunto 3

Se localizó a 10 metros del acceso de la cueva sobre la pared sur en una saliente rocosa (Foto 3). En este espacio se encontró un apilamiento de siete cráneos completos, uno incompleto, seis fémures, un húmero, así como tres mandíbulas de individuos adultos y subadultos (Velasco 2011). Debajo de dicho apilamiento, en el suelo y entre los espacios que dejaban las grandes rocas calizas de derrumbe, se encontraron más huesos de extremidades superiores e inferiores, costillas, mandíbulas, dientes, vértebras, entre otros elementos anatómicos, todos cubiertos por una fina capa de sedimento y con algunas huellas de exposición térmica directa. Asimismo, en este conjunto también se localizaron fragmentos quemados de materiales perecederos como papate y cestería, destacando también algunas varas curvadas con ataduras, lo que probablemente también indican partes de las estructuras que conformaban los bultos mortuorios. En este sentido, dicho fenómeno recuerda también a lo reportado en su momento en la cueva de la Candelaria en Coahuila (Aveleyra *et al.* 1956). En este conjunto, durante la excavación arqueológica fueron localizados dos sujetos semicompletos, varios utensilios de hueso trabajado, un

fragmento distal de un cuchillo de piedra, una pipa tubular del mismo material y algunas cuentas circulares de concha (Velasco *et al.* 2013).

#### **Conjunto 4**

Una serie de grandes rocas delimitan al conjunto 3 y 4 por el norte de la cueva, en el cual se ubicó en área con abundante sedimento. Este sector, se encuentra precisamente justo antes de un desnivel producto de derrumbes de enormes rocas calizas, marcando el inicio de la parte media de la espelunca. En este conjunto, se encontró en superficie la concentración más numerosa de elementos óseos de individuos adultos y subadultos (Foto 4). Entre éstos destacaron huesos largos, mandíbulas, costillas, dientes aislados, fragmentos de cráneo, falanges de pies y manos, carpos con tejido momificado, tarsos, huesos de la cintura escapular y pélvica, vértebras, etc., además de varios fragmentos de petates y cestería de distintos espesores. De este conjunto, también fueron recolectados algunos fragmentos de otate o carrizo, los cuales también pudieron haber tenido una función relacionada con los bultos mortuorios.



Foto 3. Conjunto 3.



Foto 4. Conjunto 4.

Recapitulando lo anterior, la gran cantidad de restos óseos dispersos, así como de los artefactos localizados, sugiere se trataba probablemente de fardos funerarios que con el paso del tiempo, fueron perdiendo su ubicación y características originales. En este sentido, es importante hacer una detallada descripción de los diferentes elementos relacionados, para poder establecer por medio de análisis tafonómicos y osteológicos, información adicional que precise no sólo datos sobre la identificación histórica y cultural de estos grupos, sino también sus características físicas a través del entendimiento del tipo de alimentación que los caracterizaba.

Es decir, la cuestión que trataremos de dilucidar en la presente investigación, es intentar determinar el tipo de población representada en la cueva de la Sepultura, mediante la restitución y comparación del contexto funerario, con otros aspectos de su vida cotidiana, como son el inferir su modo de subsistencia y patrones de movilidad, a través de un estudio de paleodieta con la aplicación de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno. Lo anterior se plantea así, ya que el carácter del contexto sistémico de este tipo de sitios, requiere integrar y complementar la información de la estructura evidente, misma que muestra una serie de complicaciones ya descritas en los capítulos I y II. Dicho de otro modo, las herramientas de análisis que ofrecen los estudios moleculares en osteología antropológica o bioarqueología, actualmente son una alternativa necesaria para abordar el problema de la diversidad de poblaciones en el Norte de México, de manera particular, en la frontera septentrional mesoamericana, que nos ocupa hoy en la región del suroeste de Tamaulipas.

En el capítulo siguiente, se presenta la metodología de estudio para el análisis tafonómico y las características principales de los materiales osteológicos en cuestión, así como los

procedimientos de muestreo y selección del material que se utilizó para los estudios moleculares. De igual modo, se establecen y explican los modelos estadísticos para la presentación e interpretación de los resultados isotópicos, en función comparativa de diferentes poblaciones de referencia disponibles, en diversos artículos y publicaciones especialistas en la materia.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE ESTUDIO, MATERIALES Y TÉCNICAS**

#### **Aplicaciones del modelo biocultural en cuevas funerarias**

En el presente capítulo, describiremos la metodología empleada para el estudio bioarqueológico de los materiales localizados en la cueva de la Sepultura, la cual se encuentra dividida a grandes rasgos en dos etapas de análisis de datos. Cada una aunque se trabajó sistemáticamente por separado, los resultados obtenidos serán discutidos de manera integral en el capítulo siguiente, tomando en cuenta para su interpretación cierta información sobre el medio ambiente e historia cultural a nivel local y regional. La primera tiene por objeto, explicar el contexto arqueológico donde se recuperaron los restos óseos desde una perspectiva tafonómica, se trata de un yacimiento de restos óseos humanos mezclados, lo que significa a su vez, la carencia de suficiente información estratigráfica sobre la situación primaria de los elementos arqueológicos (ver capítulo III). Por su parte, la segunda corresponde propiamente al estudio de elementos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno, realizando inferencias sobre el tipo de alimentación y procedencia que los caracterizó desde el punto de vista isotópico. Esto último permitirá conocer, a partir del colágeno y apatita de la dentina, hueso y esmalte, qué porcentaje de cierto tipo de fuentes de nutrientes de origen animal y vegetal, ya sea terrestre o marina, conformaban la dieta de estos individuos, empleando para tal efecto diferentes procedimientos estadísticos como son el análisis bivariado y multivariado, ofreciendo con ello información adicional sobre el uso de este tipo de métodos para la reconstrucción de la dieta en poblaciones antiguas. La atención en estos criterios de análisis, ampliará nuestra comprensión sobre el problema inherente al mosaico complejo de desarrollo regional en el suroeste de Tamaulipas.



Analizar las diferentes modificaciones en los huesos ya sean por desgaste, exposición térmica directa y fracturas *postmortem* es de gran ayuda, ya que al explicar tanto el posible origen de dichas huellas y por qué agentes están causadas, nos aproxima a comprender mejor bajo qué circunstancias ocurrieron las transformaciones del contexto arqueológico al sistémico. Si bien lo anterior es de gran utilidad para deducir ciertas pautas culturales y diferenciarlas de procesos bióticos y abióticos, deberemos recurrir a otros métodos y técnicas que ayuden a ratificar dicha tipificación, como lo es a través de la información antropológica derivada del estudio bioarqueológico en huesos y dientes. Aquí tiene que ver la descripción de diferentes tipos de datos, que permitan la caracterización de los restos óseos mediante el reconocimiento de algunos de sus atributos bioantropológicos más destacados como son edad, sexo, filiación genética y por supuesto, la información asociada al tipo de dieta y movilidad gracias a la extracción y análisis de material molecular. Cabe agregar que esta propuesta, está construida en función de las características y disponibilidad de los materiales con los que contamos, mismos que derivan de los trabajos arqueológicos realizados en el 2010 y 2011 (Pérez *et al.* 2011b; Velasco 2011). De igual modo, queremos reiterar que estos datos para su interpretación, se encuentran fundamentados dentro de los principios y supuestos planteados en el capítulo I, es decir, con respecto al modelo biocultural para el estudio de cuevas funerarias, mismo que será retomado para su discusión en el capítulo de resultados.

### **Inventario óseo**

Para los análisis propuestos en la presente investigación, seleccionamos los diferentes elementos representativos del esqueleto craneal y postcraneal, derivando con ello dos submuestras específicas. Dichos materiales previamente fueron limpiados y etiquetados,

algunos se consolidaron, restauraron y finalmente, fueron inventariados mediante procesos de lateralización, empleando para tal efecto el uso de cédulas específicas (Anexo 1). La primer serie seleccionada, se utiliza para llevar a cabo el registro de las marcas tafonómicas, mientras la segunda, proporciona en sí las muestras de hueso y dientes requeridas para los análisis isotópicos. Debemos advertir que el total de elementos empleados para cada una de las muestras fue variable, pues debemos recordar que en contextos de huesos mezclados, los problemas más frecuentes al que nos enfrentamos tienen que ver no sólo con las técnicas empleadas para la individualización, sino también para estimar un perfil demográfico (Ubelaker 1974), es decir, con los métodos cuantitativos utilizados para calcular el número mínimo de individuos (NMI). Dicha estimación en este tipo de contextos, es mejorada con el empleo de otros parámetros como son por ejemplo, el cálculo del número mínimo de elementos (NME) anatómicos (Lyman 1994; Pereira 2007).

La cuantificación de restos óseos dispersos ha sido desarrollada principalmente en zooarqueología, donde se han elaborado diferentes conceptos y métodos para acercarse al significado que tienen los restos faunísticos. En antropología física la aplicación de este enfoque es de gran utilidad, pues ayuda sobre todo a comprender parte de los procesos que intervienen en la formación y transformación de un depósito funerario múltiple (Pereira 2007). Básicamente lo anterior consiste en proporcionar información acerca de dos aspectos importantes de los conjuntos estudiados. Primero, en facilitar datos sobre el número mínimo de individuos (NMI) que se encuentran representados en la muestra, obtenido mediante el cálculo del elemento anatómico mayor representado. Se debe recalcar que esta cifra no es más que una aproximación del número inicial de individuos (NII), es decir, del número original de sujetos que contribuyeron a la muestra arqueológica, aún si algunos ya

no están representados en el material óseo estudiado, así como del número real de individuos (NRI), que se refiere a la cantidad de sujetos representados por al menos un resto en la muestra (Pereira 2007).

La diferencia entre el NMI con el NII y el NRI es proporcionalmente mayor cuanto más grande es el tamaño de las colecciones, problemas que son explicados a partir de otros factores que tienen que ver más con la preservación diferencial, así como con la confusión generada por la mezcla de las piezas anatómicas de diferentes sujetos. Aquí entra el segundo aspecto de la importancia del enfoque cuantitativo, que es en relación a la representación relativa de las diferentes partes del esqueleto. Los arqueozólogos han utilizado ampliamente este enfoque, con la finalidad de inferir los comportamientos cinegéticos y culinarios de las sociedades antiguas, planteando por ejemplo, que las diferencias de representación se deben tanto a tratamientos diferenciales en el momento del descuartizamiento de animales, del traslado del área de matanza al de consumo, o bien, en cuanto al aprovechamiento culinario o económico del cuerpo (Lyman 1994; Pereira 2007; White 1992). En los contextos mortuorios, exceptuando los casos de canibalismo que se asemejan más al comportamiento de consumo de animales, tenemos factores de orden cultural que están afectando la disposición espacial de los materiales, por lo que los esquemas interpretativos deben ir en función de otros criterios.

Como se puede observar, el estudio de la frecuencia de uno u otra pieza ósea, cobra sentido para el entendimiento de la diversidad de los contextos en cuevas, ya que con este tratamiento inicial, trataremos de enfocarnos en los factores tafonómicos naturales o culturales que pueden estar influyendo en la conservación diferencial del material, frente a los efectos inevitables de la bioestratinomia y diagénesis. Por lo tanto, debido al carácter

del contexto de huesos mezclados en la cueva de la Sepultura, la unidad de medida que mejor conviene en este trabajo es el cálculo del número mínimo de elementos (NME), que resulta una estimación del NMI calculada a partir de una sola parte del esqueleto (Lyman 1994; Pereira 2007).

### **Tafonomía; bioestratinomia y diagénesis**

Estamos de acuerdo, que la tafonomía estudia el proceso de preservación o destrucción de un organismo desde el momento de su muerte, hasta que es recuperado para su posterior análisis. En otras palabras, esto incluye indagar la serie de procesos que sufren todos los organismos en su paso de la biosfera a la litosfera (Haglund *et al.* 1997; Lyman 1994). En antropología física es fundamental conocer bien el contexto en el que se localizan los restos óseos de cualquier hallazgo paleontológico, arqueológico o forense. Al respecto, debemos recordar que dentro de las disciplinas antropológicas, la tafonomía comenzó estableciéndose como un conjunto de técnicas que se encargaban del estudio de los procesos *postmortem* involucrado en la cadaverización, putrefacción y descomposición de los organismos fenecidos, mismos que ocurren por preservación diferencial y que pueden afectarse por los métodos de registro, exploración, embalaje, almacenamiento o resguardo. Esta perspectiva, cada vez se manifiesta más en los estudios antropológicos, ayudando en los esfuerzos por entender la interacción de la biología, ecología, la cultura y la sociedad, mediante el proceso de reconstrucción de las circunstancias de la muerte y descubrimiento de los integrantes de una sociedad.

Actualmente consideramos dentro del campo de la tafonomía, todos aquellos procesos *perimortem* y *postmortem* que sufren los organismos en su paso por el planeta, los cuales

pueden ser naturales producto de la interacción con su medio ambiente, o bien, culturales, los que son producidos concretamente por la acción humana. Entre los alcances del entendimiento de estos fenómenos, tenemos que ambos permiten datos referentes del contexto físico y ecológico en el que se hallan depositados los restos óseos, así como de las prácticas y costumbres funerarias del grupo estudiado (Binford 1971; Haglund *et al.* 1997). En este sentido, dichos procesos pueden ser divididos en: 1) bioestratinómicos, que refieren a todas aquellas transformaciones que sufre el hueso entre la muerte y el entierro de los individuos o bien, cuando quedan expuestos a la intemperie y 2) diagenéticos, es decir, aquellos fenómenos que ocurren entre la muerte y el entierro, poniendo especial atención, en las transformaciones ocurridas en su estructura debido a la interacción con el subsuelo (Pijoan 1997).

En la presente investigación, registramos las diferentes marcas producidas por efectos bioestratinómicos por un lado, mientras la información sobre diagénesis queda explícita en la parte del análisis molecular, ya que es ahí donde interesa conocer el grado de deterioro en relación al problema de los rendimientos del material para el análisis isotópico. En este sentido, la organización de la información se hizo a partir de la primera muestra específica, registrando los diferentes tipos de marcas del siguiente modo: a) Roeduras de fauna, b) Exposición térmica directa y c) Fracturas *postmortem*. En el presente trabajo queremos resaltar que el primero, se refiere precisamente a la interacción del material en cuestión con factores de orden natural, mientras las otras dos, pueden ser asociadas también al ámbito cultural. Para tal efecto, subdividimos los elementos anatómicos en regiones y planos anatómicos, emulando la propuesta de Pijoan (1997) modificada por Bautista y colaboradores (2004), que hace hincapié en el estudio tafonómico de huellas de roedor en

cuevas funerarias. En dicha propuesta, la actividad de estos animales se clasifica como una transformación de tipo bioestratinómico, ya que modifica la morfología normal del hueso, su preservación y en ocasiones su sitio original donde se encontraba depositado, pues los roedores también resultan ser vectores de acarreo (Bautista *et al.* 2004). Registramos las diferentes marcas observadas en una muestra de 300 unidades óseas, correspondientes tanto a huesos del esqueleto craneal como postcraneal de los siguientes elementos anatómicos: 1) cráneo, 2) mandíbula, 3) escápula, 4) húmero, 5) radio, 6) ulna, 7) coxal, 8) fémur, 9) tibia y 10) fibula.

### **Roeduras de fauna**

Diferentes tipos de animales pueden alterar los restos expuestos en superficie, o bien, los que se hallan enterrados en el subsuelo. La importancia de estudiar ésta y otras alteraciones, es que muchas veces se llegan a confundir con prácticas culturales, patologías, o en algunos otros casos, asociarse con algún daño *antemortem* (Wells 1967). De ahí la necesidad de una minuciosa observación durante el estudio de los restos óseos, ya que uno de los principales agentes de destrucción de este tipo de material son los roedores (Bautista *et al.* 2004). Las roeduras afectan por igual desde hueso fresco o seco, hasta huesos con tejido blando o momificado. Comúnmente las marcas producidas por roedores en los huesos, son descritas como surcos, acanaladuras o estrías que corren paralelas alrededor de los bordes superior y lateral de las órbitas del cráneo, o bien, en alguna otra región ósea, siendo muy frecuente en las primeras. En los huesos largos, principalmente ocurren sobre las líneas de inserción muscular y en las epífisis (Klippel *et al.* 2007).

Debido a que la zona del hueso comúnmente afectada está en los bordes, existe toda una discusión acerca de qué elemento anatómico prefieren estos animales. Algunos autores señalan que prefieren el hueso seco e intemperizado (Botella *et al.* 2000), mientras otros sugieren que prefieren la región esponjosa de los huesos frescos (Eickhoff *et al.* 1985). Sin embargo, Haglund (1997) demuestra que no existe preferencia por algún estado especial del hueso, cuestión que compartimos con el autor. Entre las causas más comunes para encontrar este tipo de huellas no sólo en los huesos, sino en gran cantidad de elementos arqueológicos, se atribuye por un lado, a la necesidad de los roedores de limar sus incisivos arqueados, salientes y tallados en bisel, ya que se hallan en continuo crecimiento y a que carecen de raíces (Bautista *et al.* 2004). Es decir, la roedura es producto de un movimiento de cizalla, capaz de reducir objetos de fibras duras cuyo material extraído no siempre es digerido. El acto de roer consiste entonces, en fijar el maxilar superior, mientras que los dientes inferiores se mueven libremente hacia arriba y hacia abajo. Durante la roedura, los incisivos inferiores son movidos hacia delante y hacia arriba varias veces en lugar de realizar un solo movimiento (Haglund 1997). Esto se debe a que los roedores carecen de segundos incisivos y caninos, mientras los primeros en forma de pala con borde cortante (De Blasse *et al.* 1981), están separados de los dientes posteriores por un diastema. La acción directa de los roedores en los restos óseos, dará como resultado la presencia de ranuras o pequeños canales sobre la superficie cortical y epifisiaria (Bautista *et al.* 2004).

Los roedores presentan la peculiaridad de que la mandíbula sólo está ligeramente unida en la región sinfisal, lo que permite un considerable rango de movilidad. Las estrías indicativas de roeduras no siempre son observadas a simple vista, esto ocurre principalmente en los huesos que son demasiados pequeños, como son por ejemplo, los

metatarsos, metacarpos y falanges. Por lo tanto, el patrón producido de la roedura dependerá entonces del tamaño y estado del hueso, ya sea si es de adulto, subadulto, si está en estado fresco, con grasa, intemperizado, hueso seco, compacto, esponjoso, etc. Un sitio de afectación común en los esqueletos subadultos, es la zona epifisiaria de cartílago y áreas adyacentes de los huesos largos, pues debido a que se encuentran en proceso de osificación, se tiene mayor cartílago con tejido esponjoso que roer. Como ya se mencionó, los roedores son además vectores de transporte, es decir, generalmente los huesos de las manos y pies son acarreados hasta sus madrigueras. Estudios en otras cuevas del norte de América, refieren la presencia de huesos desplazados y redistribuidos, los cuales no parecen haber sido seleccionados precisamente por su morfología o textura, sino más bien por el peso y tamaño de los mismos (Bautista *et al.* 2004; Turpin *et al.* 1986).

Para efectos del estudio tafonómico empleado en los materiales de esta tesis, la observación y registro de estas huellas se llevó a cabo utilizando luz directa artificial, junto con un apoyo de microscopio estereoscópico digital. En el caso del cráneo, revisamos sistemáticamente los ejemplares completos, así como los fragmentados en las seis normas convencionales; frontal, posterior, lateral izquierdo, lateral derecho, basal y superior (Comas 1983). También cuando fue posible, se consignaron algunos datos como sexo y edad (Sheuer *et al.* 2000; White *et al.* 2005), incluyendo en el apartado de observaciones la descripción del estado de conservación para cada uno de los elementos anatómicos. Los datos obtenidos de las huellas de roedura se registraron en cédulas gráficas, donde se señala la región afectada, la ausencia de los elementos óseos y las observaciones adicionales antes señaladas. Dado lo anterior, el criterio empleado para evaluar la presencia o no de alteraciones provocadas por roedores, se hizo a partir de considerar ranuras (acanaladuras o



estriás) paralelas, irregulares y agudas, alrededor de los márgenes de las órbitas y en el resto de los huesos craneales, mientras que para los huesos poscraneales, en las líneas de inserción muscular y zonas epifisiarias. Los datos obtenidos gráficamente se procesaron para formar una base de datos, siguiendo la propuesta de Pijoan (1997) modificada por Bautista y colaboradores (2004), que estiman hasta doce regiones anatómicas del cráneo (Fig. 10). Por su parte, las mandíbulas se dividieron en cuadrantes, tanto en su plano anterior como posterior (Fig. 11).

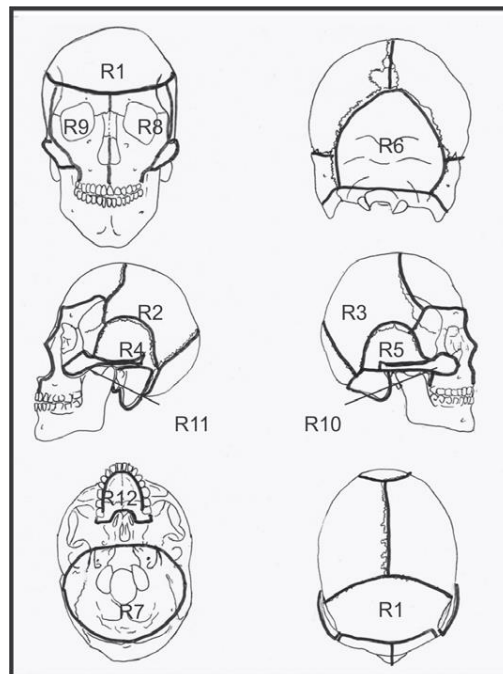


Fig. 10. Esquema de Pijoan (1997) modificado por Bautista y colaboradores (2004), donde se ubican las zonas del cráneo para el registro de marcas tafonómicas.

Respecto a los otros elementos anatómicos, como son los del esqueleto poscraneal, se siguieron los mismos parámetros de registro, es decir, se obtienen las frecuencias y porcentajes de su localización mediante la división del hueso en cinco zonas disto-

proximales; epífisis proximal, tercio proximal, tercio medio, tercio distal y epífisis distal (Fig. 12). Mientras tanto, para las escápulas y coxales, empleamos nuevamente cuadrantes en su plano anterior-posterior (Fig. 13). Cabe agregar que en los casos donde se dudaba si eran o no huellas de roeduras, por estar los huesos demasiado incompletos o fragmentados, no se consideraron dentro la muestra.

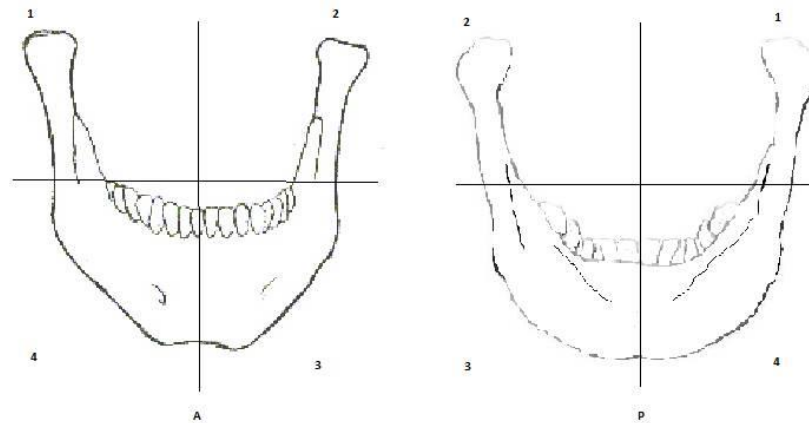


Fig. 11. Cuadrantes en planos anterior y posterior de la mandíbula. Tomado de Buikstra y Ubelaker (1994) modificado por el autor.

### **Exposición térmica directa**

La otra serie de marcas a registrar en los diferentes huesos, es la que tiene que ver con huellas de exposición al calor. Múltiples son las razones por las que un elemento óseo puede presentar esta acción, al igual que la variable anterior, puede estar asociado a factores naturales como culturales. En cuanto al primero, cualquier conato de incendio en la zona donde se encuentran depositados los restos óseos, puede alcanzarlos y afectarlos directamente. Aunque es muy poco frecuente, es posible que esto ocurra, sin embargo, un buen registro estratigráfico tridimensional es la clave para entender el momento que pudo

haberse efectuado el evento. Respecto a las causas culturales, existen una diversidad de maneras de disponer de los huesos para exponerlos directamente al calor, que van desde diferentes formas de cremación (Chávez 2007; Devlin *et al.* 2008), hasta las asociadas a aquellas que tienen que ver con el consumo de proteína animal por el humano (Lyman 1994; White 1992). Tampoco podemos dejar de lado, aquellas conductas que se relacionan con los procesos postsacrificiales del cuerpo (Pijoan *et al.* 2007; Valenzuela *et al.* 2005).

Sobre este tema, diferentes trabajos abordan desde la perspectiva de modificaciones intencionales las huellas producidas por el efecto del calor en el hueso, sobre todo en aquellas que se refieren al ámbito de elaboración de artefactos suntuarios, reliquias o bien, aquellos aspectos que nos hablan de una verdadera industria ósea en la época prehispánica (Medina *et al.* 2005; Meza 2007; 2015). Si bien, gran parte de estos trabajos han resaltado los procesos de exposición térmica indirecta, que consiste básicamente en el hervido de los huesos, la exposición térmica directa, refiere aquel fenómeno que relaciona la proximidad de una fuente de calor ya sea de manera intencional o no con el tejido óseo, merece aquí una atención especial por su presencia frecuente en cuevas funerarias (Turpin *et al.* 1986). El tiempo de exposición y la intensidad de la fuente de calor, deja diferencias en la coloración y textura propias del proceso de combustión, lo que permite establecer en este caso ciertos patrones (Devlin *et al.* 2008).

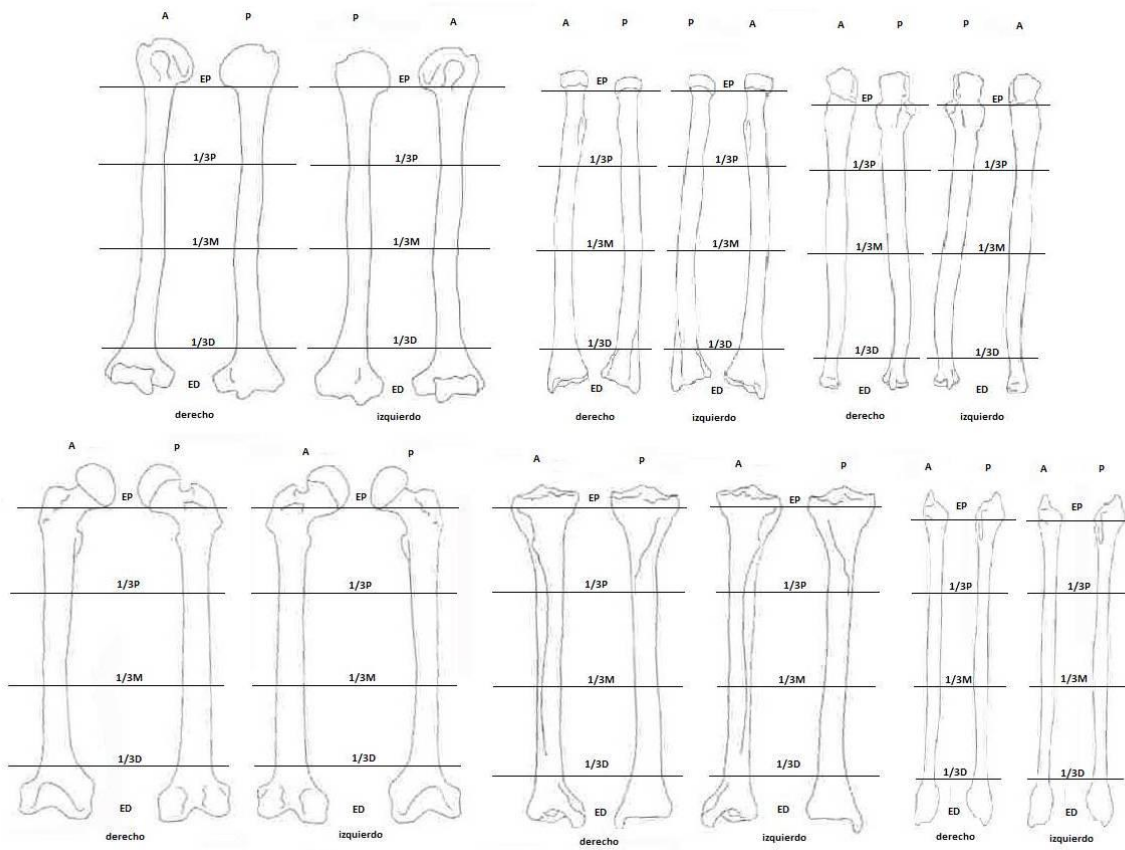


Fig. 12. Esquema de huesos largos divididos en tercios. Tomado de Buikstra y Ubelaker (1994) modificado por el autor.

Para el registro de esta variable en el presente estudio, se emplean las mismas zonas de registro para los elementos del esqueleto craneal como del postcraneal, especificando en todo caso si existe o no, el tipo de exposición térmica en los materiales de la muestra. Lo anterior ayudará a discutir a través de su incidencia, si se trata de aspectos bioestratinómicos de orden natural o cultural.

## **Fracturas postmortem**

Siguiendo la cadena de procesos en cuanto a los factores que pueden afectar el cuerpo de un organismo después de su muerte durante la fase de desarticulación, tenemos otra serie de fenómenos que forman parte de la transformación de la morfología y estructura original por efectos de la bioestratinomía. Este tipo de huellas corresponden a fracturas ocurridas *postmortem*, mismas que pueden ser nuevamente resultado de factores naturales o culturales (Ubelaker 2003). Las fracturas *postmortem*, se diferencian de las producidas antes y durante la muerte principalmente por su aspecto y textura. Generalmente el cráneo es separado en sus diferentes partes, mientras los huesos largos son fragmentados horizontal o verticalmente en su diáfisis. Por su parte, las epífisis son reducidas debido a la condición de vulnerabilidad mayor del tejido esponjoso.

Como podemos suponer, existen una gran variedad de circunstancias por las cuales los huesos pueden quebrarse de manera natural, por ejemplo, las que tienen que ver con las características propias de su depósito. Mejor dicho, en sitios con entierros en el subsuelo, la compresión o movilidad del terreno, aunado a la diagénesis y al dinamismo inherente a la actividad resultante entre la interacción de la flora y fauna, son los principales causantes que se fracturen de manera *postmortem* los restos óseos. En el caso de los depósitos funerarios en cuevas, los derrumbes naturales o desplazamientos internos, producen el contacto entre la morfología original del hueso y la topografía del terreno, conduciendo finalmente a que se puedan fracturar por el peso del impacto y la compresión. También la actividad de fauna puede provocar fracturas en los materiales, pues al roerlos y desplazarlos de su lugar original, los puede ir debilitando y fragmentando poco a poco dependiendo según su grado de conservación.

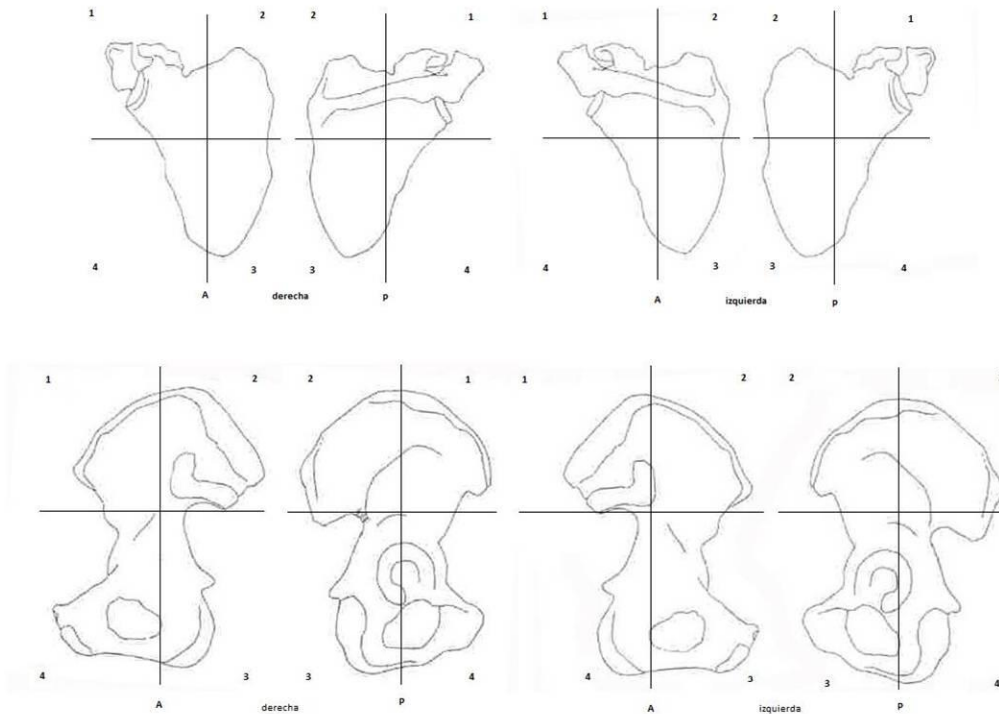


Fig. 13. Planos anterior y posterior de la escápula y coxal. Tomado de Buikstra y Ubelaker (1994) modificado por el autor.

Finalmente el hombre también colabora a esta condición, pues ya sea en la antigüedad o durante el saqueo y excavación arqueológica, los restos óseos se pueden ser quebrados por diversas causas. Dado lo anterior, el registro de esta variable se realiza en el mismo tipo de cédulas especificando si están o no presentes, identificando las zonas más afectadas estimando así, el nivel de deterioro de la muestra para su descripción y comparación. A grandes rasgos, estas condiciones ayudarán a caracterizar el estado de conservación del material empleado en este estudio, lo que permitirá prestar atención en cuanto a la reconstrucción de las prácticas funerarias, como su viabilidad para la aplicación de análisis moleculares. En seguida, describiremos la segunda etapa de obtención de datos, que es el que tiene que ver con el análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno.

## **Metodología para el estudio de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno**

Como vimos en el capítulo I, el análisis de isótopos estables se aplica regularmente para tratar cuestiones relativas a las dietas humanas en todo el mundo, resultando de gran importancia, en aquellos estudios arqueológicos que tratan el problema sobre el origen, selección y difusión de maíz en toda América (Eubanks 2001; Fritz 1995; Harlan 1971; Mangelsdorf *et al.* 1964; Tykot 2006). Es decir, los análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y oxígeno, proporcionan datos cuantitativos que enriquecen la información arqueológica y etnohistórica sobre la flora y fauna relativa al tipo de economía de las sociedades pretéritas. Los detalles que definiremos a continuación, se refieren precisamente a algunos de los conceptos y principios metodológicos e interpretativos más frecuentes en este tipo de trabajos. De igual forma, nos referiremos a las especificaciones tanto para la extracción de material molecular, como a los procedimientos estadísticos actualmente utilizados para el análisis y comparación isotópica, centrándonos principalmente en el modelo de regresión lineal o bivariado, frente al de funciones discriminantes o multivariado. Estos modelos de análisis son de gran importancia, ya que su base experimental, permite entender mucho mejor el impacto individual y ecológico que presentan las diferentes firmas isotópicas de carbono y nitrógeno en poblaciones antiguas con dietas mixtas, en el caso específico que aquí nos ocupa, las desarrolladas en la llanura costera del golfo.

En la Tierra el carbono (C) ocupa alrededor del 40% después de otros elementos como el hidrógeno (H), helio (He) y el oxígeno (O). Se encuentra de forma libre en ciertos minerales, en los fósiles y de manera importante, en gas atmosférico como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). También lo encontramos en los carbonatos de calcio y magnesio, así como

en los tejidos de plantas y animales ya sean vivos o muertos. La interacción constante del carbono entre la litosfera, la biosfera, la atmósfera y la hidrosfera se conoce como ciclo del carbono. El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera se compone alrededor de 98,9% en  $^{12}\text{CO}_2$  y de 1,1% en  $^{13}\text{CO}_2$ , con una pequeña fracción de  $^{14}\text{CO}_2$  radiactivo de aproximadamente  $1 \times 10^{-10}\%$  (Coplen *et al.* 2002). La composición isotópica del  $\text{CO}_2$  atmosférico, se establece mediante el equilibrio de las reservas de carbono inorgánico (principalmente bicarbonato,  $\text{HCO}_3^-$ ) que se encuentra disuelto de manera abundante en el agua del mar. También hay considerable concentración de este elemento en los carbonatos de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), el principal componente de la piedra caliza y el mármol. Es necesario mencionar aquí, que el dióxido de carbono atmosférico forma parte importante de la fotosíntesis de las plantas, ya que se metaboliza en compuestos moleculares complejos que categorizamos como hidratos de carbono, proteínas y lípidos (Tykot 2006).

Muchas plantas ya sean silvestres o cultivables, son consumidas por los organismos y el hombre que luego de ser ingeridas, sus átomos se van fijando en diferente proporción sobre los tejidos del cuerpo. En el caso de la fotosíntesis, si la reacción es incompleta, el producto (por ejemplo, el maíz) se verá enriquecido en  $^{12}\text{C}$  con respecto al sustrato (por ejemplo, el  $\text{CO}_2$  atmosférico), traducándose en cambios en la relación  $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$ . Es decir, en las reacciones químicas básicas de la biosíntesis, el peso más ligero de los compuestos isotópicos reacciona más rápido usando menos energía, fenómeno que también interviene en el fraccionamiento isotópico. Cuando las plantas son consumidas por los animales herbívoros, los procesos metabólicos involucrados revierten la dirección del fraccionamiento isotópico, incrementando la proporción del carbono más pesado en los tejidos del cuerpo. Lo anterior permite rastrear las fuentes de alimento, diferenciándolos



según su interacción con otros procesos involucrados en la formación de estos tejidos (Krueger *et al.* 1984; Lyne *et al.* 2001). Según estudios isotópicos de laboratorio, se ha determinado específicamente que el colágeno óseo alberga principalmente las proteínas contenidas en la dieta, mientras que la apatita del hueso y esmalte de los dientes, incorporan las porciones de energía (carbohidratos, lípidos y proteínas) mejor entendida como dieta total (Kellner *et al.* 2007; Krueger *et al.* 1984; Tykot 2006), así mismo, el colágeno y carbonatos de hueso y dientes, ofrece información sobre el nivel trófico y el origen geográfico de los individuos.

Debido a la pequeña diferencia observada en la proporción  $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$  entre diferentes tipos de muestras, estas y otras abundancias de isótopos, son reportadas como cocientes simples convertidas a relaciones relativas a las normas internacionales utilizando la notación delta ( $\delta$ ). Como vimos en el capítulo I, el material de referencia estándar es PDB, que deriva originalmente de una muestra de fósiles marinos del Cretácico, *Belemnitella americana*, recuperado de la formación *Peedee* en el sur de Carolina. Puesto que el material original ya no está disponible, las proporciones relativas de isótopos de carbono se reportan como *Viena Peedee belemnite* (VPDB) en valores brutos calibrados, usando para tal efecto las normas del Buró Nacional de Estándares (NBS por sus siglas en inglés). El NBS muestra un total de 19 referencias, para que los resultados de diferentes laboratorios puedan ser comparados entre sí de forma confiable. La misma fórmula matemática se utiliza para informar las proporciones de isótopos de nitrógeno ( $^{15}\text{N}:^{14}\text{N}$ ) y oxígeno ( $^{18}\text{O}:^{16}\text{O}$ ), aquí los materiales de referencia estándar para el nitrógeno emplean la notación AIR y para el oxígeno VPDB. Debido a que la relación  $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$  de todo el carbono fotosintetizado es

menor que el de los materiales de referencia VPDB, los valores  $^{13}\text{C}$  para las plantas y los animales son generalmente negativos.

### **Fuentes de proteína terrestre; plantas C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, CAM y proteína marina**

La variabilidad isotópica del carbono, la podemos encontrar tanto en productos primarios terrestres como marinos. Las plantas terrestres se clasifican en tres grandes grupos, según el tipo de proceso fotosintético y de las enzimas utilizadas para la fijación del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) atmosférico: Plantas C<sub>3</sub> (Benson-Calvin), plantas C<sub>4</sub> (Hatch-Slack) y plantas CAM (*Crassulean Acid Metabolism*), estas últimas incluyen en su mayoría a las suculentas y las cactáceas. En las plantas C<sub>3</sub>, la fijación del  $\text{CO}_2$  se lleva a cabo por medio de la síntesis ribulosa bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (RUBISCO), formando dos moléculas de fosfoglicerato de tres carbonos de ahí su nombre, también mediante la fotosíntesis generan las moléculas de carbohidratos esenciales. A partir de esta glucosa, dichas plantas sintetizan todas las moléculas orgánicas de su estructura, derivando en diferentes productos como la celulosa, mismos que mantienen su huella isotópica original (Lee-Thorp 2008). A este grupo pertenecen cerca del 85% de plantas del mundo, resultando dominantes en aquellos ecosistemas de clima húmedo y templado donde se incluyen todos los árboles altos y frutales, arbustos, hierbas y pastos de sombra, algunos cereales cultivables como la cebada, trigo, avena, arroz y el centeno, además de tubérculos del tipo de la mandioca, la papa y el ñame. En este grupo también podemos incluir a las calabazas. En las plantas C<sub>3</sub>, las  $\delta^{13}\text{C}$  varían entre el rango de -35‰ a -22‰ con una media global de -27‰ (Morales *et al.* 2012).

Por otro lado, las plantas del grupo  $C_4$  realizan su proceso fotosintético a partir de la formación de ácidos di-carboxílicos de cuatro átomos de carbono. A diferencia del grupo anterior, el  $CO_2$  se fija en la estructura de las células de las vainas antes del ciclo RUBISCO, por lo tanto el fraccionamiento isotópico no se expresa de la misma forma que el anterior. Se cree que el proceso Hatch-Slack característico de este tipo de plantas, deriva de una adaptación de finales de la era Mezozoica, resultado de una menor presencia de  $CO_2$  en la atmósfera y de alta radiación solar (Lee-Thorp 2008). La vegetación con este tipo de fotosíntesis aun con un punto muy elevado de luz no logran saturarse, esto explica porque las plantas  $C_4$  tienen una mayor eficiencia en la economía del agua debido a su menor demanda de bióxido de carbono atmosférico, lo que les permite fotosintetizar aun con los estomas parcialmente cerrados.

A nivel global, este tipo de plantas representan alrededor del 5% de las especies conocidas, con alrededor de 18 familias limitadas en muchos casos a ciertas zonas geográficas. La mitad de las plantas  $C_4$  son de entornos tropicales y subtropicales, por lo que cerca del 17% del paisaje mundial está cubierto por estos ejemplares, siendo responsables de casi el 20-30% de la fotosíntesis terrestre. Como se puede ver, la distribución de este grupo de plantas se relaciona a factores como altas temperaturas y a relativamente baja humedad, por lo mismo, se pueden asociar a climas cálidos y secos. En este sentido, es importante agregar que las plantas  $C_4$  discriminan menos el isótopo pesado de carbono, por lo que los valores  $\delta^{13}C$  son más altos y menos variables en un rango de -19‰ a -9‰, con una media global de -13‰ (Morales *et al.* 2012). Entre los ejemplares de este grupo se encuentran hierbas o juncos tropicales, cultivos como el maíz, sorgo, mijo, amaranto y la caña de azúcar (Lee-Thorp 2008).

El tercer grupo corresponde a las plantas CAM, las cuales representan sólo el 10% de las especies vegetales con menos de 30 familias. Con la finalidad de hacer más eficiente el uso del agua durante el proceso fotosintético, dichas plantas emplean una combinación de los ciclos antes mencionados, es decir, durante la ausencia de luz solar, su comportamiento es similar al de las plantas C<sub>3</sub>, ya que abren sus estomas para la absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico, realizando con ello la entrada y salida de oxígeno o de agua sin poner en riesgo su humedad interna. Por otro lado, con presencia de luz solar, se comportan más al proceso fotosintético del grupo C<sub>4</sub>, pues al no abrir sus estomas impiden la salida de agua. En este sentido, los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de las mejor conocidas como suculentas, se encuentran en un intervalo de entre -35‰ a -12‰. Las plantas con este metabolismo fotosintético, emplean más energía para sintetizar azúcares y la incorporación del CO<sub>2</sub> atmosférico es más lenta que en las C<sub>4</sub> y C<sub>3</sub>, por lo que este patrón está considerado como el más costoso y productivo de los tres, no obstante, la pérdida de agua por evapotranspiración es sumamente baja. Entre sus máximos representantes tenemos diferentes tipos de agaves, piñas, orquídeas, mezquites, nopales, maguey y diferentes tipos de cactáceas (Morales *et al.* 2012).

En lo que respecta al análisis de <sup>13</sup>C en poblaciones antiguas, algunos autores señalan que una dieta enteramente basada en plantas C<sub>3</sub> (principalmente pastos y hierbas) tendría valores entre -21.5 ‰ y -26 ‰, mientras que una conformada sólo por plantas C<sub>4</sub> incluyendo el maíz, se encontraría entre -7.5 ‰ y -9.6 ‰ (Montero *et al.* 2011). Sin embargo, es importante mencionar que las plantas CAM al generar valores similares a la flora C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub> y su vez, este último con algunos recursos marinos, obliga a que utilizemos procedimientos complementarios que ayuden a diferenciar las firmas isotópicas de cada

grupo, empleando para su comparación la generación de modelos de referencia locales ya sea tanto a nivel arqueológico como actuales, en adición para su interpretación con procedimientos estadísticos específicos. Esto es realmente necesario, pues en el caso del estudio de los isótopos estables de carbono y nitrógeno en la dieta, podemos decir que los productos primarios marinos como el fitoplancton, diatomeas, algas y radiolarios, se encuentran enriquecidos en  $^{13}\text{C}$  en mayor medida que aquellos productos  $\text{C}_3$  de ecosistemas terrestres, pues la fuente de carbono se disuelve principalmente en bicarbonato resultando su  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente mayor comparado al  $\text{CO}_2$  atmosférico (Lee-Thorp 2008). Aunque sus valores pueden variar, Smith y Epstein (1971) demuestran que se encuentran cerca del -20‰ y como se expuso en el capítulo primero, para los isótopos estables del nitrógeno las proporciones de este último elemento se encuentran entre 2-3 ‰ conforme se sube de nivel trófico (ver fig. 1), mostrando valores menores para las plantas y animales terrestres, en comparación de los peces y mamíferos que se encuentran en ecosistemas de agua dulce o marina (Tykot 2006).

En resumen, conceptos y categorías de la geología y biología isotópica aplicada a las disciplinas antropológicas, permite acercarnos a desarrollar y contrastar modelos de análisis con técnicas específicas para conocer aspectos de la sociedad y su relación con los procesos de abastecimiento y aprovechamiento de recursos. El marco conceptual y metodológico desarrollado a lo largo de este apartado, tuvo por objeto definir los principios básicos para el estudio biocultural del tipo de alimentación que caracteriza a la población representada en la cueva de la Sepultura en Tula, Tamaulipas, que como ya mencionamos, se ubica en un entorno ecológico variable entre la planicie costera del golfo y la sierra con un alto componente semidesértico. El modelo propuesto, es particularmente útil para indagar

aspectos sobre su modo y estilo de vida, dentro del problema de las economías mixtas de grupos que emplean cuevas secas como depósito funerario en el Norte de México. En seguida, describiremos las técnicas relacionadas con la obtención de datos de la segunda muestra, que será empleada para el procesamiento y extracción del material molecular haciendo mención, de algunas especificaciones utilizadas en el trabajo de laboratorio para su análisis estadístico.

### **Procesamiento y extracción de material molecular para colágeno y carbonato estructural en huesos y dientes humanos**

Para abordar diferentes cuestiones sobre la dieta de poblaciones antiguas, los estudios de isotopos estables en arqueología, deben tratar primero problemas específicos de conservación y contaminación. Con el paso del tiempo, diferentes laboratorios han ido desarrollado procedimientos y técnicas diversas para la preparación de muestras de colágeno y apatita ósea, en la mayoría de los casos, un solo gramo de hueso razonablemente conservado, es suficiente para la preparación química de estos componentes. La cantidad real de la muestra analizada por la mayoría de los espectrómetros de masas, no requieren más que unos pocos miligramos, de hecho actualmente con el desarrollo de instrumentos más sofisticados, como el espectrómetro de masas con aceleradores (AMS por sus siglas en inglés), basta con el empleo de varios cientos de microgramos para obtener buenos resultados. La especificación de los procedimientos, así como la identificación del tipo de espectrómetro utilizado es fundamental, ya que permite tener información concreta sobre la precisión de las mediciones obtenidas.

En cuanto la preparación de colágeno, la mayoría de las técnicas utilizan una solución ácida que desmineraliza el hueso, adicionando otros productos químicos eliminando así cualquier

residuo de lípidos y otros contaminantes exógenos. Para la preparación de muestras de apatita, se utiliza un poco de hipoclorito sodio o lejía (NaClO), lo que ayuda a disolver cualquier componente orgánico aun conservado. Así mismo, otra solución de ácidos puede ser manejada para eliminar cualquier remanente de carbonato no biogénico (Longin 1971; Pine *et al.* 1980). Casi siempre, la exactitud de los resultados isotópicos de carbono y de nitrógeno es de  $\leq 0.3$  ‰, y en muchos casos cae sobre 0.1 ‰, por lo que las diferencias isotópicas dietéticas reales de sólo un pequeño porcentaje son notables. Sin embargo, aún más importante es la evaluación de la fiabilidad en los resultados de los isótopos producidos.

Aunque los espectrómetros de masas han ido cambiando con el tiempo, de los de accionamiento manual a sistemas en los que las muestras sólidas se convierten en CO<sub>2</sub> y el gas de N<sub>2</sub> queda fuera de línea, los instrumentos actuales funcionan con sistemas automatizados de introducción de diferentes muestras al mismo tiempo (analizadores CHN para muestras orgánicas, baños ácidos comunes o individuales para muestras de apatita-esmalte), los usuarios son siempre responsables del tipo, calidad y pureza de la muestra que se está probando. Por lo general, para el colágeno óseo, esto se trata midiendo el porcentaje de este componente producido a partir de una muestra original de todo el hueso (generalmente <1% se considera poco fiable porque el colágeno del hueso originalmente es de más de 20%). Es decir, la cantidad de C y N medido por el espectrómetro de masas en relación con el tamaño de la muestra introducida, se debe basar en el cálculo de la relación C: N, que en términos teóricos debe ser el mismo que experimentó en vida el organismo (Brock *et al.* 2007).

Muchos problemas ocurren principalmente cuando la preservación ha sido tan pobre que no hay colágeno, por lo tanto no hay datos de isótopos producidos, pues la diagénesis tiene como resultado la pérdida desigual de los diferentes aminoácidos que individualmente tendrían diferente valor isotópico, esto sucede generalmente debido a las diversas reacciones químicas involucradas en su producción inicial (Koch *et al.* 1997; Tykot 2006). Para apatita ósea y muestras de esmalte dental, durante los procedimientos de preparación y producción de CO<sub>2</sub> en el análisis de espectrometría de masas, se cuenta con distintas medidas para estimar la pérdida de material. Las pruebas más complejas para la fiabilidad de la muestra, son usando la transformación de espectroscopia infrarroja de Fourier (FT-IR), donde se ha desarrollado un enfoque logístico a la producción de resultados isotópicos confiables (Garvie-Lock *et al.* 2004; Koch *et al.* 1997; Nielsen-Marsh *et al.* 2000). Así mismo, además de las medidas de preparación y análisis de muestras, es necesario realizar la repetición de análisis isotópicos de "valores atípicos", sobre todo cuando se prueba que un grupo de personas tienen dietas similares.

En esta investigación, el trabajo de laboratorio se desarrolló principalmente en tres fases: 1) Selección del material en sus diferentes modalidades (óseo, dental y orgánico). 2) Extracción de muestras de colágeno, carbonato y carbonato estructural (para FT-IR) y 3) Obtención de valores promedio a través de espectrometría de masas. Para validar los resultados de estos análisis, resultó indispensable que la proporción carbono y nitrógeno en huesos (C: N) se encuentre dentro de los parámetros establecidos, es decir, para determinar si la muestra de colágeno es la correcta, se requiere constatar que dicha proporción C: N deba estar generalmente entre 2.8 y 3.8 (Ambrose *et al.* 1986; De Niro 1985; Emery *et al.* 2000). Una muestra entre estos valores indica que el colágeno no fue afectado por



diagénesis, pues como mencionamos anteriormente, se calcula que el rango de materia orgánica en un hueso tiene una variación de entre 20% -1%, mientras que la inorgánica es de un 7% -1. En este sentido, el hueso tendrá una importante concentración de huellas isotópicas, las cuales en el caso del C, N y O en su conjunto, servirán para obtener un promedio de la proteína y dieta total consumida a lo largo de la vida de cada uno de estos individuos, así como del agua ingerida según la región geográfica durante una etapa específica de su crecimiento.

Por otra parte, para ubicar en contexto los valores de los restos óseos humanos, es necesario comparar dicha base de datos con los valores de la flora y fauna que pudieron ser hipotéticamente consumidos por los antiguos pobladores, por lo que consideraremos para su interpretación, la comparación con los resultados físico-químicos de muestras arqueológicas y actuales, como parte de nuestros intentos para una aproximación de la reconstrucción paleoambiental. Estos modelos son sugeridos específicamente para cada sitio, pues muestran la disponibilidad a nivel local de los diferentes *taxa* para detectar diferencias en la variabilidad intrasitio (Montero 2008). En el siguiente capítulo, expondremos los resultados obtenidos, así como la discusión de los mismos y las interpretaciones que planteamos sobre los materiales de la cueva de la Sepultura. Dicha discusión, se llevará en el contexto de los problemas relativos tanto en el estudio tafonómico de entierros múltiples en cuevas, como del estudio bioarqueológico en el que se incluye el análisis de isótopos estables. A continuación describimos los procedimientos estadísticos.

## Modelo bivariado y multivariado

Los análisis bivariado y multivariado, son de gran ayuda para explicar las diferencias observadas, en las huellas isotópicas del carbono y nitrógeno contenido en el colágeno y la apatita de huesos y dientes, tomando en consideración la razón proporcional a la naturaleza del tejido durante el fraccionamiento isotópico. El carbono del colágeno y del esmalte, reflejan una variabilidad importante en los componentes de la dieta de diferentes individuos o poblaciones a través del tiempo, pues el recambio o productos derivados del fraccionamiento isotópico, así como del proceso de diferenciación en sus pesos atómicos durante distintas etapas como la metabólica, permanecen relativamente constantes cuando se compara con la composición isotópica de varias fuentes de alimento y proteína. Sobre todo, este tipo de análisis resulta particularmente útil, en especies donde se incluye en la dieta una mezcla de plantas vegetales u otros animales terrestres o marinos según diferentes posiciones en la cadena trófica. Para diferenciar estas posibilidades, es necesario confrontar la información de  $\delta^{13}\text{C}$  colágeno y apatita, y este a su vez con aquella proveniente de  $\delta^{15}\text{N}$ , haciendo uso de modelos estadísticos tanto de regresión lineal, como de conglomerados y funciones discriminantes (Froehle *et al.* 2012; Kellner *et al.* 2007) que exponemos a continuación.

DeNiro y Epstein (1978), demostraron experimentalmente que los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de la quitina en exoesqueletos de insectos, así como en el tejido muscular, colágeno óseo y apatita en huesos de animales de laboratorio, muestran una correlación positiva con los valores  $\delta^{13}\text{C}$  en sus dietas ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$ ). Posteriormente, Krueger y Sullivan (1984) propusieron un modelo que describe estas relaciones en huesos de mamíferos, basándose principalmente en datos publicados sobre fauna y grupos humanos arqueológicos. Estos investigadores, llegaron a la

conclusión de que los valores  $\delta^{13}\text{C}$  en colágeno óseo ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ), refleja mejor los valores dietéticos de proteínas ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta proteína}}$ ) en lugar de los valores totales de la dieta  $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$ , esto debido a que la mayoría de los átomos de carbono en el colágeno provienen principalmente de las proteínas disponibles. De igual modo, dedujeron que los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de apatita ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ), deben reflejar preferentemente los valores de la porción energética de la dieta (es decir, los hidratos de carbono, lípidos y proteína no utilizada en la síntesis de proteínas propia del animal), ya que por definición, las diferentes formas de apatita se encuentran en equilibrio con el carbonato contenido en la sangre, que es en sí mismo un producto propio del metabolismo.

En otras palabras, los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  expresan los valores de proteínas en la dieta, mientras que valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , reflejan mucho mejor los valores de la energía alimentaria ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta energía}}$ ) entendida aquí, como derivados de la dieta total. Este tipo de razonamiento, se basa en el hecho de que la dieta reside también en el desplazamiento entre  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  (la diferencia aritmética entre los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ , se denomina:  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$ ). Los datos proporcionados por un estudio en fauna silvestre de Sudáfrica, apoyó el planteamiento de Kruger y Sullivan, respecto a que el desplazamiento variará en función de si un animal es herbívoro, omnívoro o carnívoro (Lee-Thorp *et al.* 1989). Este modelo dio lugar a diversos estudios experimentales, diseñados exclusivamente para controlar los valores  $\delta^{13}\text{C}$  de macronutrientes en diversos grados, encontrando efectivamente diferencias en la proporción de proteínas de la dieta, carbohidratos y lípidos (Ambrose *et al.* 1993; Howland *et al.* 2003; Jim *et al.* 2004; Tiezzen *et al.* 1993). De este modo, llegaron a la conclusión de que los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  varían en la  $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta proteína}}$ ,

pero contrario a lo establecido en el modelo original, encontraron que los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  sigue la trayectoria  $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$  mejor que el propio de la  $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta energía}}$  (Kellner *et al.* 2007).

Este razonamiento, llevó a establecer que un modelo de regresión lineal, es adecuado para describir la relación entre los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  y los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$ , ya que el enrutamiento de la proteína se explica mejor mediante los valores  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ . Schwarcz (2000) fue uno de los primeros en aplicar este principio, encontrando que en zonas con condiciones de ingesta baja de proteínas, los individuos sintetizan activamente el carbono en sus huesos de los aminoácidos no esenciales, o sea, de todas las fuentes de carbono de la dieta disponibles (hidratos de carbono, proteínas y lípidos), en lugar de a partir una sola fuente de proteína. Este modelo entre otras cosas mostró, que las líneas de regresión que describen las relaciones dentro de los grupos durante el desplazamiento no son paralelas entre sí, ya que en los carnívoros se superponen a la de los herbívoros en el extremo  $\text{C}_3$ , sugiriendo que esto puede deberse a un efecto ambiental. Sin embargo, para la estimación de la alimentación omnívora en las poblaciones humanas pretéritas, este tipo de superposiciones no resultan coherentes. Por ejemplo, basados en datos arqueológicos, Harrison y Katzenberg (2003) encontraron que los agricultores de maíz que comieron fauna con una firma  $\text{C}_3$ , tenían mayor  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  que los recolectores humanos que comían peces marinos junto con plantas  $\text{C}_3$ , a pesar de que ambos grupos eran evidentemente omnívoros.

Una revisión exhaustiva de diferentes datos experimentales en animales, identificó que ni las  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , ni  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$ , indican un diagnóstico fiable en la reconstrucción de la dieta, dieta energética y proteínas de la dieta (Kellner *et al.* 2007). En esta evaluación, se determinó que el valor absoluto de  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$  no es específico para

cualquier combinación particular de proteína o dieta total, lo que minimiza su poder predictivo para la reconstrucción de la dieta en poblaciones antiguas. En contraste, siguiendo el patrón de relaciones entre  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , a través de nuevos estudios experimentales en animales con dietas controladas y poblaciones antiguas, se generó un modelo simple para la reconstrucción de dieta con una mayor precisión que los basados tradicionalmente en medidas absolutas. Para poder probar este modelo, se compararon los datos  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  de diferentes especies de fauna en su hábitat natural, con el de poblaciones arqueológicas bien caracterizadas en sus modos de subsistencia de forma independiente. Tanto los animales como las poblaciones humanas, registraron lo esperado en base a la evidencia de flora y fauna asociada (Kellner *et al.* 2007).

Los resultados de estas pruebas, muestran que este modelo permite una aproximación a la dieta humana antigua de manera mucho más detallada que cuando se utiliza solamente los valores absolutos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , pues evita en gran parte la redundancia inherente al modelo de separación  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno-apatita}}$ . En este procedimiento también conocido como bivariado, las gráficas de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  contra las  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , proporcionan un modelo de regresión lineal de tres componentes (C3, C4 y proteína/dieta marina), donde la posición de cada línea indica la fuente de energía (C3, C4 o mixto). Aplicado a la reconstrucción de dieta en poblaciones arqueológicas, la posición de un individuo en relación a la línea correspondiente al eje  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ , ofrece información sobre las fuentes de proteínas de la dieta, mientras que su ubicación a lo largo del eje  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ , indica una relación con el conjunto de alimentos C<sub>3</sub> a C<sub>4</sub> en la dieta ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$ ). En dicha prueba el tamaño del cuerpo y la posición trófica, parecen no estar afectando este tipo de relaciones (Kellner *et al.* 2007).

Cuando las proporciones de isótopos estables de carbono ( $^{13}\text{C}$ :  $^{12}\text{C}$ ) del colágeno óseo ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ) y apatita ósea ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ), son representadas una frente a la otra, estos datos clasifican dos grupos discretos de acuerdo con la fuente de proteína ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  y proteína/dieta marina), dando como resultado, que las líneas de regresión del  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  vs  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  para los dos grupos específicos de proteínas difieran en sus intersecciones verticales (en el eje  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ), pero no para la pendiente (Froehle *et al.* 2010, 2012). Debe reconocerse que el modelo de carbono bivariado ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$  vs  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ), proporciona información detallada respecto a las firmas isotópicas de la dieta total y proteínas de la misma, sin embargo, al igual que el modelo de desplazamiento presenta algunas limitaciones que debemos considerar, sobre todo en cuanto a su capacidad para distinguir el tercer componente, es decir, entre las fuentes de proteína  $\text{C}_4$  y proteína marina.

Aunque el modelo de regresión simple tiene muchas ventajas sobre el modelo de desplazamiento, las gráficas de datos en humanos arqueológicos contra las líneas de regresión obtenidos en animales experimentales, revela dos limitaciones principales en relación a las fuentes de proteína. En primer lugar, el modelo distingue poco entre fuentes de proteína  $\text{C}_4$  y marina, pudiendo confundir la determinación de las fuentes de proteínas, en las poblaciones que viven en las zonas costeras que albergan vegetación silvestre  $\text{C}_4$  o cultivos agrícolas. En segundo lugar, muchos individuos caen entre las líneas de la proteína específica, cuyo significado en cuanto a las fuentes de proteínas sigue siendo poco claro. Trabajos experimentales mostraron que cerdos que comen una dieta con proteína mixta, (~80%  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  ~20%) registran como es de esperarse, un ligero incremento sobre la línea de regresión de proteína  $\text{C}_3$ , derivada de roedores que fueron alimentados con proteína 100%  $\text{C}_3$  (Froehle *et al.* 2010, 2012). Independientemente del pequeño tamaño de la muestra de

roedores y de la dispersión en los datos, los cerdos fueron no obstante, estadísticamente indistinguibles de la población de roedores alimentados con 100% proteína C<sub>3</sub>. Por lo tanto, resulta difícil afirmar si la posición de los seres humanos arqueológicos que caen sobre una de las líneas de proteína específica, refleja la variación normal en poblaciones que consumen proteína monoisotópica, o en su caso, el consumo de proteínas mixtas.

Con el fin de resolver estas ambigüedades, se amplió el modelo bivariado más allá del uso exclusivo de las variables de carbono, adicionando en este caso los datos referentes a los isótopos estables de nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ). Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  en colágeno óseo, reflejan estrechamente las fuentes directas de proteína, ya que varían según el consumo de diferentes proporciones de plantas contra las de proteína animal, así como con fuentes de proteínas marinas contra las terrestres (Froehle *et al.* 2012; Minagawa *et al.* 1984; Shoeninger *et al.* 1984; Shoeninger *et al.* 1983b). Este modelo se basa fundamentalmente en el análisis de conglomerados (clústeres), diferenciando las relaciones entre la dieta y las tres variables de isótopos de manera integral, generando con ello el desarrollo de dos funciones discriminantes para el uso simultáneo de las tres variables en la reconstrucción de la dieta (Froehle *et al.* 2012).

El uso combinado de conglomerados y de funciones discriminantes, genera un nuevo método para la reconstrucción de la dieta que incorpora los datos de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de manera holista. De este modo, la inclusión de los datos  $\delta^{15}\text{N}$ , resulta fundamental para resolver las limitaciones de las proporciones de proteínas relacionadas con el modelo de carbono de dos variables, permitiendo aglomerar las muestras en cinco grupos alimenticios diferentes: 1) 100% C<sub>3</sub> proteína/dieta; 2) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, >50% C<sub>4</sub> proteína; 3) 50:50 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, proteína marina; 4) 70:30 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta,  $\geq 65\%$  C<sub>3</sub> proteína; 5) 30:70

C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta,  $\geq 65\%$  C<sub>3</sub> proteína. En este sentido, las dos funciones discriminantes que representan significativamente el 98,8% de la varianza de la muestra, proporciona un modelo multivariado para la reconstrucción de las dietas de manera confiable. Ambas variables de carbono dominan la primera función, mientras  $\delta^{15}\text{N}$  influye con mayor fuerza la segunda:

$$\text{Carbono: } F1 = (0.322 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}) + (0.727 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}) + (0.219 \cdot \delta^{15}\text{N}) + 9.354$$

$$\text{Nitrógeno: } F2 = (-0.393 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}) + (0.133 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}) + (0.622 \cdot \delta^{15}\text{N}) - 8.703$$

En resumen, este método proporciona una base estadística para distinguir las proporciones relativas entre fuentes de alimentos con firmas isotópicas similares, sobre todo resulta de gran relevancia, para inferir patrones en la dieta en aquellas poblaciones que se encuentran conformadas principalmente por dietas mixtas, particularmente, las que se encuentran en entornos costeros y con algún tipo de agricultura. De este modo, se pueden indagar otros procesos de tipo socio-cultural resultado de la interacción de múltiples factores, como pueden ser una alta movilidad en una diversidad de ecosistemas, o bien, diferentes tipos de contacto entre poblaciones. Con esto se demuestra que el desarrollo y aplicación de estos modelos, ayudan a mejorar la reconstrucción de las dietas en contextos arqueológicos, paleontológicos e incluso primatológicos. A continuación, describiremos los criterios y los materiales empleados para llevar a cabo esta parte del análisis molecular.

### **Procedimientos para el análisis isotópico de carbono, nitrógeno y oxígeno**

Este trabajo se llevó a cabo con apoyo de la infraestructura y logística del laboratorio de isótopos estables del Instituto de Geología de la UNAM, del laboratorio de osteología y de radiocarbono del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, así como del



laboratorio de osteología del Centro INAH-Tamaulipas. La totalidad de muestras empleadas en esta parte del análisis, se especifican detalladamente en la parte de resultados. Para lograr muestras homogéneas, se siguió la recomendación de utilizar los datos obtenidos de las muestras de colágeno proveniente de algún hueso largo o mandíbula (Montero 2008), mientras para el esmalte se intentó con el segundo y tercer molar (2M y 3M). Como ya vimos, el análisis del colágeno informa sobre las fuentes de proteína en la dieta, mientras que la apatita, aporta datos para la identificación de la dieta total, por lo que resulta vital obtener ambas muestras para recrear la alimentación de varios de los individuos dentro de la muestra.

Una vez teniendo en cuenta lo anterior, la huella isotópica de elementos importantes como el carbono, nitrógeno y oxígeno, se obtiene de la síntesis físico-química de la materia orgánica e inorgánica de los huesos y dientes. Para tal efecto, se emplearon diferentes métodos con los cuales se selecciona y extrae dicho material para dar lugar a la segunda muestra específica de este trabajo. Dicho procedimiento consistió en extraer una serie de  $n= 20$  muestras de colágeno y apatita procedentes de 12 mandíbulas, 4 molares y 4 metatarsos de sujetos adultos, obtenidos tanto del hueso cortical como de la dentina, así como de la separación de los carbonatos en forma de cristales que conforman la parte inorgánica o mineral hidroxiapatita ( $PO_4+CO_3$ ) del esmalte. De igual forma, para establecer datos sobre la reconstrucción ambiental, se obtuvieron los valores de carbono y nitrógeno procedente de flora y fauna local, tanto arqueológica como actual. Para comparar los isótopos de oxígeno, se obtuvieron también los valores proporcionados por muestras de agua procedentes de arroyos locales.

De manera general, las técnicas de purificación y separación en huesos y dientes son de gran importancia, ya que es la manera en que se lleva a cabo la síntesis de estos elementos (Hüls *et al.* 2007). La preparación química previa al análisis de espectrometría de masas, requirió de un procedimiento específico en el cual se involucraron diferentes momentos ordenados como; 1) El corte y pulverización del material con una fresa y un molino eléctrico. 2) El registro digital y en bitácora de los datos de dicha muestra y 3) Registro del gramaje del material antes y después de haber sido reducido a polvo de 149 micrones. Por su parte, las muestras obtenidas de los huesos para el análisis isotópico fueron cuatro por cada ejemplar: 1) vial de 2 ml. con 0.25ml. para FT-IR (sin limpiar); 2) vial de 2 ml. con 0.25ml. para FTIR (limpio) para colágeno; 3) vial de 2ml. con 0.5ml. para carbonatos; 4) tubo de 50 ml. con 2.0g. para colágeno. Una vez lista la síntesis química, están listos para entrar a un espectrómetro de masas *Finnigan Mat 253* (para muestras de esmaltes y líquidos) y al *Thermo Finningan Delta plus XL* (para colágeno). El resultado finalmente consiste en la obtención de una serie de valores absolutos, que pueden ser evaluados en función de estándares y normas internacionales, en relación a las abundancias de los diferentes átomos que componen el carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), el nitrógeno ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) y el oxígeno ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Finalmente los datos proporcionados por el laboratorio de isótopos estables, permitió contar con parámetros de comparación a nivel de otros datos publicados de diferentes investigaciones, adicionando las propiamente obtenidas de la reconstrucción ecológica a nivel local con nuestras propias muestras.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

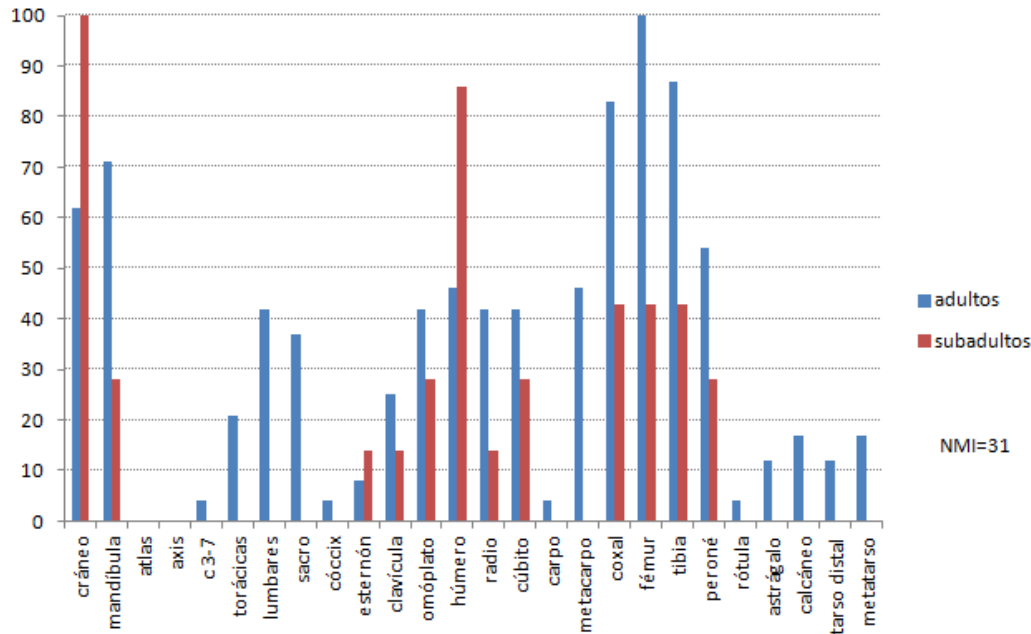
A continuación presentamos los resultados obtenidos en el estudio de los restos óseos humanos de la cueva de la Sepultura. Es necesario reiterar, que este capítulo se encuentra estructurado de tal forma, que los datos correspondientes al análisis tafonómico se muestran primero a los de isótopos estables, esto con la finalidad de ampliar nuestra comprensión del contexto arqueológico, lo que permitirá ir elaborando el desarrollo de la discusión y conclusiones de manera integral. La primera parte hace mención, al análisis de todas aquellas marcas o modificaciones encontradas en la morfología natural de los huesos, producto de diferentes factores naturales o culturales. Lo anterior ayudará a sustentar el origen de dichas marcas y finalmente, aportará elementos de juicio para corroborar la afirmación de que el contexto sistémico o estructura latente, sufrió alteraciones postdeposición. Esto da como resultado, un contexto evidente de restos óseos mezclados, que carece de buena parte de los indicadores empleados comúnmente en arqueología para hacer inferencias sobre la identificación cultural y sus prácticas funerarias de manera directa. De igual modo, estableceremos una aproximación al perfil osteológico de esta colección, con el propósito de estimar el número mínimo de individuos que conforma el universo de la presente investigación.

El segundo conjunto de resultados, describe de manera cuantitativa la dieta de estos individuos desde una perspectiva ecológica, local y regional, por medio del cálculo de las diferencias en los valores isotópicos de elementos como el carbono, nitrógeno y oxígeno. Empleando las relaciones de dichos elementos proporcionados por los carbonatos contenidos en colágeno y apatita en muestras de hueso y dientes, planteamos una propuesta

de caracterización de la dieta por medio del análisis de los valores promedio de sus diferentes fuentes de proteína, entendida ésta como una alimentación basada tanto en recursos vegetales y animales terrestres como marinos. Conocer de manera inicial, los elementos básicos que conformaron la dieta total y las fuentes de proteína en su dieta, en comparación con lo observado en otras poblaciones de referencia en la llanura costera del golfo, será de gran utilidad para abordar cuestiones relacionadas con el problema del desarrollo las economías mixtas reportadas por la arqueología de Tamaulipas, que van desde el periodo de la domesticación de ciertas plantas, hasta la aparición de las primeras sociedades agrícolas en la zona. Lo anterior cobra significado, cuando se compara la variabilidad ambiental, poblacional, social y cultural observada en el fenómeno de las fluctuaciones en el tiempo entre *Mesoamérica* septentrional y el Norte de México, de manera particular en el noreste del país y sus relaciones con el sureste de Estados Unidos.

### **Inventario óseo**

La información que se desprende, después de haber concluido el inventario del material óseo seleccionado de la cueva de la Sepultura es el siguiente: En la serie estudiada se logró la identificación de un NMI= 31, cifra proporcionada por la suma de 24 fémures derechos de adultos, más el número mínimo de elementos de los cráneos subadultos NME=7 (Anexo 2). Cabe agregar, que los resultados obtenidos para calcular el NME a partir de diferentes huesos del cráneo, tanto de adultos como subadultos, lo proporcionó el parietal derecho. Respecto a la composición por edad de la serie, debemos señalar que debido a la imposibilidad de aplicar métodos multifactoriales para una estimación precisa, solamente empleamos las categorías adulto o subadulto, donde se incluyó en esta última a todos aquellos sujetos menores de 15 años (Gráfica 1).



Gráfica 1. Perfil osteológico empleado para el cálculo del NMI.

Como se puede apreciar, nuestros resultados son compatibles con la idea de que en este tipo de contextos, los huesos más grandes y voluminosos se encuentran mejor representados que los más pequeños. Esto es entendible desde varias perspectivas, el primero tiene que ver con la preservación diferencial debido a la interacción con el depósito, ya que dependiendo si está enterrado o no, aquellos con cierta morfología resultan más resistentes que otros. Por ejemplo, los cuerpos vertebrales, rótulas, carpos y tarsos tienden a destruirse mucho más rápido que los que están diseñados para soportar presiones biomecánicas o neumáticas mayores, como es el caso de los huesos largos y neurocráneo. Otro factor está relacionado con la edad de los individuos, puesto que el tamaño y grado de madurez ósea, influye considerablemente para lograr su preservación. Aquí también se puede considerar el estado que presentan algunas patologías, ya que la desmineralización que muchas de éstas provocan, los hace más susceptibles afectando por ende su tasa de conservación tafonómica (Waldron 1987).

Para los materiales de este trabajo, la primera explicación es pertinente, ya que al no encontrarse propiamente enterrados tuvieron muy poca interacción con las presiones que provoca el sedimento. De igual modo, la presencia de tejido momificado incluso en algunas articulaciones lábiles, respalda la suposición de que se encontraban en una etapa muy avanzada de la fase de desarticulación. En este sentido, la representación diferencial de varias partes del esqueleto de esta serie, se debió principalmente tanto a su tamaño, como a la baja interacción con los componentes del subsuelo. Aquí debemos mencionar los procesos diagenéticos, ya que como hemos venido sosteniendo, muchas veces los cambios químicos y su exposición a otros factores como cambios de acidez, humedad y temperatura va modificando su estructura original. A pesar de que se encontraron expuestos a diferentes factores fisico-químicos propios del entorno cárstico, el contexto cerrado y seco que supone la espelunca, junto con los cambios mínimos de temperatura, no resultaron tan agresivos a diferencia de aquellos contextos donde la humedad precipita los procesos de hidrólisis.

Finalmente otra causa, quizás la más importante que debemos destacar aquí en relación con la situación espacial en la que se encontraban muchos elementos, es la que tiene que ver propiamente con cuestiones antropogénicas. Diferentes actividades humanas, producto de los procesos de saqueo e intervención arqueológica, propiciaron ciertas condiciones específicas para la conformación de esta serie, siendo no necesariamente la apropiada para llevar a cabo un muestreo completo *in situ*. En nuestro caso, debemos recordar que gran parte de los materiales fueron recuperados durante un rescate arqueológico, en donde el registro correspondió básicamente a materiales de superficie. Si bien, posteriormente se tuvo la oportunidad de llevar a cabo una excavación sistemática, donde se recuperaron otra cantidad de materiales óseos dentro del sitio, se determinó que estos fueron removidos de

sus lugares originales mucho tiempo atrás. Es decir, no solo los de superficie se encontraban mezclados, sino también los depositados en sedimento como fue revelado durante el registro estratigráfico (Pérez *et al.* 2011). En otras palabras, la remoción inicial pudo deberse tanto a factores naturales como culturales, en el que los huesos fueron siendo desplazados de sus lugares originales y posteriormente, entremezclados continuamente en diferentes momentos posteriores a los eventos que propiciaron el uso de este depósito como recinto funerario.

Sobre la edad de los individuos, podemos decir que aunque tenemos representados huesos de infantes hasta adultos medios, no podemos arriesgarnos a intentar establecer un perfil demográfico formal, ya que en esta serie los huesos de individuos menores de 15 años no rebasan el 12% de la muestra, a diferencia de los adultos que representan alrededor del 88%. Esto es de considerar, si recordamos que en algunas poblaciones prehispánicas, generalmente las tasas de mortalidad más elevadas las encontramos en los sujetos que están dentro de los primeros cinco años de vida (Hernández 2004, 2006). De igual modo, tampoco es posible a partir de lo antes expuesto hablar de un contexto selectivo, puesto que como ya se mencionó, haría falta conocer la información procedente de los materiales que fueron obtenidos durante la excavación arqueológica que según información preliminar, consta de una buena cantidad de huesos infantiles incluyendo fetales recuperados en la criba (Pérez *et al.* 2011). Finalmente respecto al sexo de los individuos, tenemos que advertir tampoco fue posible estimarlo con seguridad, ya que las aproximaciones que se pueden realizar a partir de elementos aislados, resultan en ocasiones subjetivas sobre todo en aquellos casos donde la duda es mayor por pertenecer a individuos juveniles y adultos gráciles o robustos. Sin embargo, con las reservas que esto implica, en las mandíbulas que

fueron elegidas para el análisis isotópico, se proporciona una aproximación de éstas variables mismas que veremos más adelante.

## **Tafonomía**

Una de los temas desarrollados en el problema tafonómico de la formación de los depósitos funerarios múltiples, es en relación a las diferentes marcas observadas en los restos óseos. Ya que los comportamientos funerarios responden a diferentes contextos y circunstancias, es necesario establecer indicios que nos hablen del origen de las mismas, para evitar formular suposiciones sesgadas y aventuradas en cuanto a ciertas prácticas culturales que pueden dar lugar a éstas. Es decir, es necesario establecer patrones que ayuden a diferenciar si son originadas por causas naturales y por qué tipo de actividad concreta creada por el hombre. En este sentido, la observación cuidadosa y el cálculo de la incidencia del tipo de huellas más comunes, sirve principalmente para identificar el agente causante, lo que nos lleva a contar con evidencias detalladas sobre su localización y grado de afectación en los elementos óseos. A continuación describimos los resultados obtenidos, en el estudio tafonómico de las huellas observadas en los restos óseos de esta serie. Los datos están presentados tanto en frecuencias como en porcentajes, destacando en diferentes planos y normas anatómicas su localización a partir del manejo de variables discretas. Para mayor información sobre estos datos, puede consultarse la totalidad de los resultados en el anexo 3.

En una muestra conformada por 31 cráneos de adultos y subadultos completos y fragmentados, se encontró que de las doce regiones establecidas, la que corresponde al occipital sobre todo en su plano basal, es la que presenta una mayor incidencia de



mordeduras de roedor (8/25.8%), seguida de la región de las órbitas (6/19.4%) y del cigomático derecho (5/16.1%). La zona superior del frontal y el parietal derecho presentan la misma incidencia (4/12.9%), mientras el cigomático izquierdo (Foto 5), mostró este tipo de marcas solamente en tres de los cráneos analizados (3/9.7%). Por otra parte, el parietal y temporal izquierdo tuvieron la misma proporción (2/6.5%), destacando que las zonas del temporal derecho y el occipital en su plano posterior, son las que exhibieron menos roeduras cada una (1/3.2%).



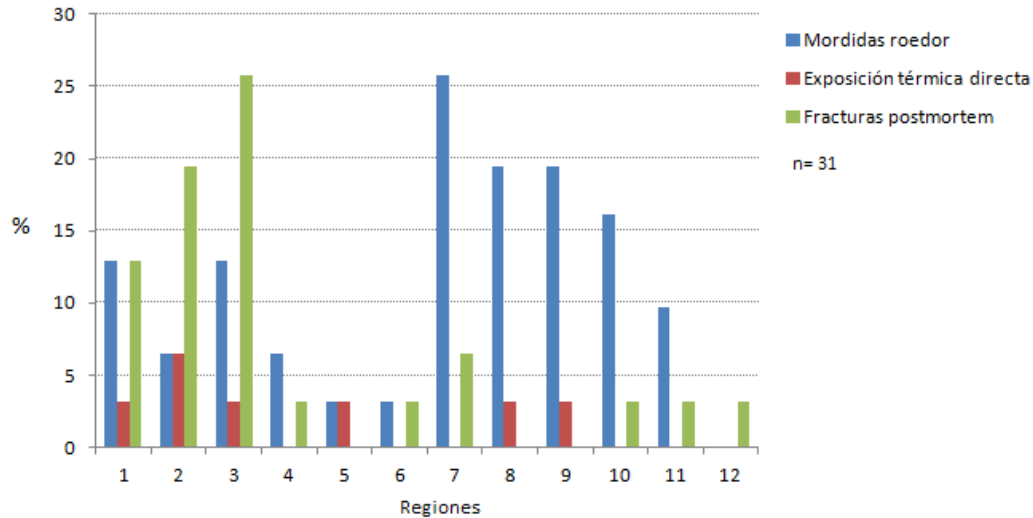
Foto 5. Detalle de las principales zonas con mordeduras de roedor en los cráneos.

Respecto a las marcas producidas por efectos de exposición térmica directa, realmente fue muy poca su presencia, ya que solamente se registró en dos ocasiones en el parietal izquierdo (2/6.5%) y en uno del mismo cráneo en el frontal, órbita, parietal y temporal izquierdos (1/3.2%). Esta baja proporción alude principalmente a causas culturales más que

naturales, pues el cráneo más completo con este tipo de huellas en realidad se encontraba quemado de forma parcial.

Finalmente la presencia de saqueadores, queda evidenciada por su relación con las fracturas *postmortem* que mostraron algunos cráneos. Básicamente la mayor parte de las osamentas fragmentadas resultaron ser de subadultos, pues la fragilidad y el bajo grado de sinostosis en este tipo de elementos anatómicos, los coloca en una posición de alta susceptibilidad a separarse en varias partes. En el caso de los huesos que lograron observarse, los parietales fueron los más deteriorados, pues tanto el izquierdo (6/19.4%) como el derecho (8/25.8%) mostraron fracturas que después de una minuciosa observación, se determinó que fueron realizadas en hueso seco.

Otra explicación plausible, tiene que ver con el contacto y desplome de los huesos sobre el suelo rocoso, pues gran parte de esta cueva está conformada por piedras pesadas y angulosas que generan oquedades e inestabilidad, pudiéndose golpear al ser desplazados o pisados en cualquier momento y por ende fracturarlos. En la gráfica 2, se ilustra el porcentaje de la distribución de los diferentes tipos de huellas por cada región anatómica del cráneo, en la cual podemos sugerir que tanto los agentes bioestratinómicos naturales como son las mordeduras de roedor y los culturales por efecto del saqueo, son los principales agentes de deterioro de los elementos craneales de esta colección.

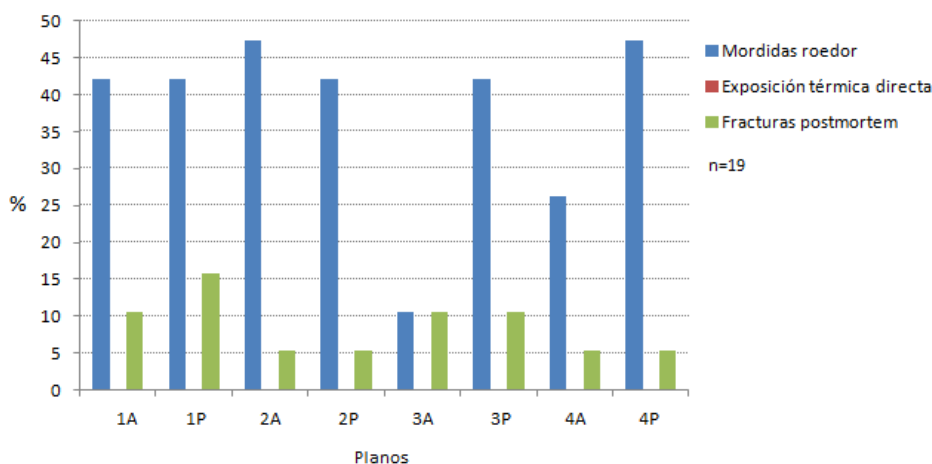


Gráfica 2. Porcentaje de huellas tafonómicas en las regiones del cráneo.

Para ratificar lo antes expuesto, se realizó el mismo ejercicio en otros elementos anatómicos correspondientes al esqueleto craneal y postcraneal, los cuales fueron divididos en cuadrantes según sus planos anatómicos y bilateralidad. En un total de diecinueve mandíbulas, se registraron principalmente en la zona alta de la rama ascendente y del cóndilo mandibular, esto es en el primer cuadrante anterior y posterior (8/42.1%), en el segundo cuadrante anterior (9/47.4%) y el segundo cuadrante posterior (8/42.1%). Sobre la zona del cuerpo mandibular, se notaron algunas diferencias entre planos, pues en el tercer cuadrante el anterior muestra menores marcas (2/10.5%) que el posterior (8/42.1%), además de las observadas entre el cuarto cuadrante anterior (5/26.3%) y posterior (9/47.4%). Como se puede constatar, es en el área del cuerpo anterior izquierdo y derecho las que menos presentaron mordidas por roedores, dejando la porción posterior y de ambas ramas ascendentes en sus dos planos los lugares con mayor afectación.

Quizá ésta diferencia tiene que ver con la proximidad de dicha zona con la porción basal del cráneo, misma que como ya vimos fue la que presentó mayor incidencia, pudiendo

quedar por sus circunstancias anatómicas al mismo tipo de exposición. En cuanto a las huellas de calor no se registró evidencia alguna, sin embargo, si encontramos algunas fracturas *postmortem*. Las únicas diferencias se localizaron en el primer cuadrante, donde en el anterior (2/10.5%) fue menor en un caso con el posterior (3/15.8%). Por su lado, el segundo y cuarto cuadrantes en ambos planos solo se registraron en una ocasión (1/5.3%), mientras para el tercer cuadrante tanto en su plano anterior como posterior solo se observó dos veces (2/5.3%). Como se puede ver en la gráfica 3, las principales marcas son de tipo bioestratinómico, con una menor afectación por factores de índole cultural.

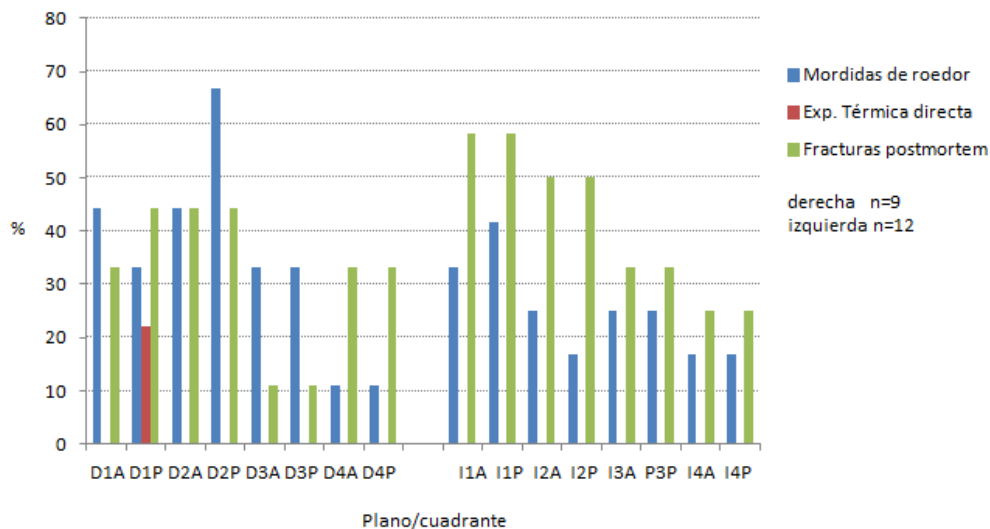


Gráfica 3. Incidencia de huellas tafonómicas en mandíbula.

La siguiente parte del esqueleto analizada fue la escápula, donde se observaron nueve ejemplares derechos y doce izquierdos. En las primeras, se encontró que las mordidas de roedor en el primer cuadrante anterior (4/44.4%) fue mayor por un caso que el posterior (3/33.3%), contrario al segundo cuadrante, donde en el anterior (4/44.4%) fue menor respecto al posterior (6/66.7%). En cuanto al tercer cuadrante su presencia fue la misma en ambos planos (3/33.3%), al igual que para el cuarto cuadrante (1/11.1%), aunque visto en

su totalidad, este último fue relativamente menor respecto a los primeros dos. La escápula izquierda presentó en su primer cuadrante diferentes proporciones, ya que el plano anterior (4/33.3%) fue menor por un caso que el posterior (5/41.7%). El segundo cuadrante muestra algo similar, ya que el plano anterior (3/25%) fue mayor por un caso que el posterior (2/16.7%). El tercer cuadrante muestra la misma proporción en ambos planos (3/25%), al igual que el cuarto con dos casos (2/16.7%). Por otra parte, solamente en la escápula derecha, observamos huellas de exposición térmica directa en dos ocasiones (2/22.2%).

Respecto a las fracturas *postmortem*, en el primer cuadrante de la escápula derecha encontramos una incidencia de tres casos en el plano anterior (3/33.3%) contra cuatro en el posterior (4/44.4%). Este mismo porcentaje se registró en el segundo cuadrante para ambos lados (4/44.4%), mientras que en el tercero en los dos planos sólo se observó una vez (1/11.1%). Finalmente en el cuarto cuadrante, tenemos la misma proporción en sus dos planos (3/33.3%). La escápula izquierda, mostró fracturas *postmortem* en ambos planos del primer cuadrante con siete casos cada uno (7/58.3%), el segundo por igual en cada plano se observó en seis ocasiones (6/50%). Para el tercer cuadrante, observamos la misma proporción en ambos planos (4/33.3%) al igual que en el último (3/25%). En la gráfica 4, se aprecia que hay una mayor incidencia de mordidas de roedor y exposición térmica directa en la escápula derecha que la izquierda, mientras que en esta última las fracturas *postmortem* son relativamente mayores. Sin embargo, estos datos no son necesariamente indicadores para hablar de diferencias significativas por lado, lo único que demuestran es que quedaron expuestos a los mismos factores bioestratigráficos y culturales que los elementos anatómicos anteriores.



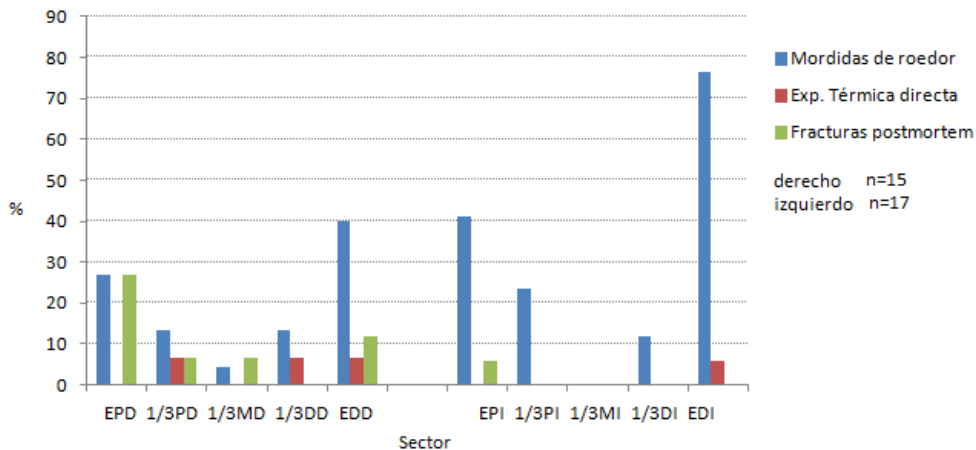
Gráfica 4. Proporción de huellas tafonómicas en escápula derecha e izquierda.

Por parte de los huesos largos superiores, se encontró que el húmero derecho de quince ejemplares analizados, cuatro casos mostraron mordidas de roedor en la zona de la epífisis distal (4/26.7%), dos en el tercio proximal (2/13.3%), uno en el tercio medio (1/4.2%) dos en el tercio distal (2/13.3%) y seis en la epífisis distal (6/40%). De diecisiete húmeros izquierdos, este tipo de huellas se observaron sobre la epífisis proximal en siete casos (7/41.2%), cuatro en el tercio proximal (4/23.5%), dos en el tercio distal (2/11.8%) y trece en la epífisis proximal (13/76.5%). Respecto a las huellas de exposición al fuego, solamente se observó un caso sobre el tercio proximal (1/6.7%) y otro afectado en el tercio y epífisis distal (1/6.7%), es decir, en dos húmeros derechos diferentes, más uno izquierdo sobre la epífisis distal (1/5.9%). Las fracturas *postmortem* en los húmeros derechos constan de cuatro en su epífisis proximal (4/26.7%), uno sobre el tercio proximal (1/6.7%), uno más en su tercio medio (1/6.7%) y otro en su tercio distal (1/6.7%), este último es uno de los que presentó exposición al calor (Foto 6). Finalmente en los izquierdos, solo se registraron fracturas en dos ejemplares sobre su epífisis proximal (11.8%) y uno en el tercio medio

(1/5.9). Si bien en el húmero izquierdo sobre la epífisis distal tenemos la mayor cantidad de mordidas de roedor, las otras huellas se encuentran de algún modo en menor o mayor medida en ambos lados, lo que no significa alguna diferencia sustantiva en cuanto a su distribución. Por lo tanto los factores bioestratinómicos y los culturales los están afectando por igual (Gráfica 5).

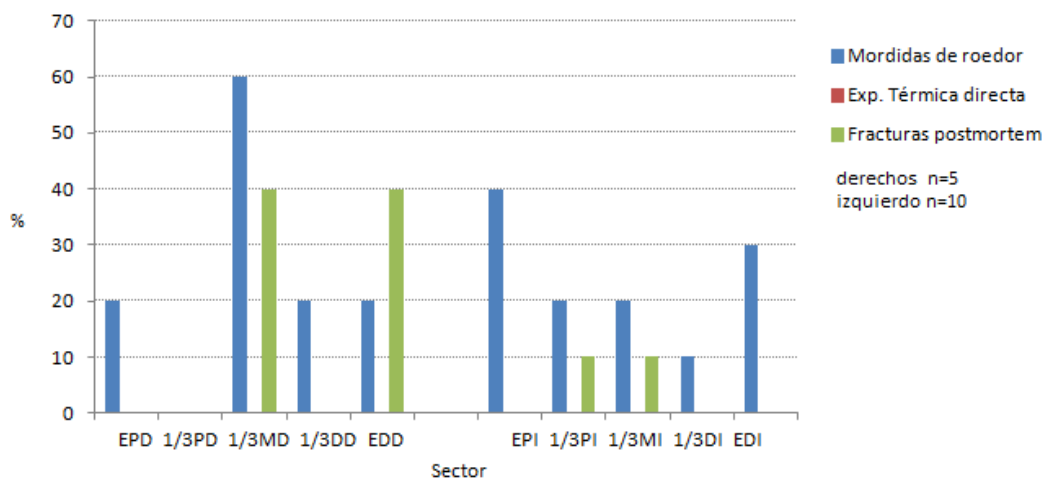


Foto 6. Exposición térmica directa y fractura *postmortem* en tercio y epífisis distal húmero derecho (plano anterior).



Gráfica 5. Incidencia de huellas tafonómicas en húmeros derechos e izquierdos.

Respecto al radio observamos un total de cinco derechos y diez izquierdos (Gráfica 6). En los primeros tenemos una incidencia de mordeduras de roedor de un caso sobre la epífisis proximal (1/20%), tres en el tercio medio (3/60%) y uno en el tercio y epífisis distal (1/20%). En los izquierdos, cuatro ejemplares presentan este tipo de marcas en la epífisis proximal (4/40%), dos en el tercio proximal y en el tercio medio (2/20%), uno en el tercio distal (1/10%) y tres en la epífisis proximal (3/30%). Es relevante mencionar que en ninguno de los huesos se apreciaron huellas de exposición térmica directa, no así las fracturas *postmortem*, mismas que se encontraron sólo en dos ocasiones en los derechos sobre el tercio proximal y en la epífisis distal (2/20%). En los izquierdos, solamente se observó un caso sobre el eje del tercio proximal y del tercio medio (1/10%).

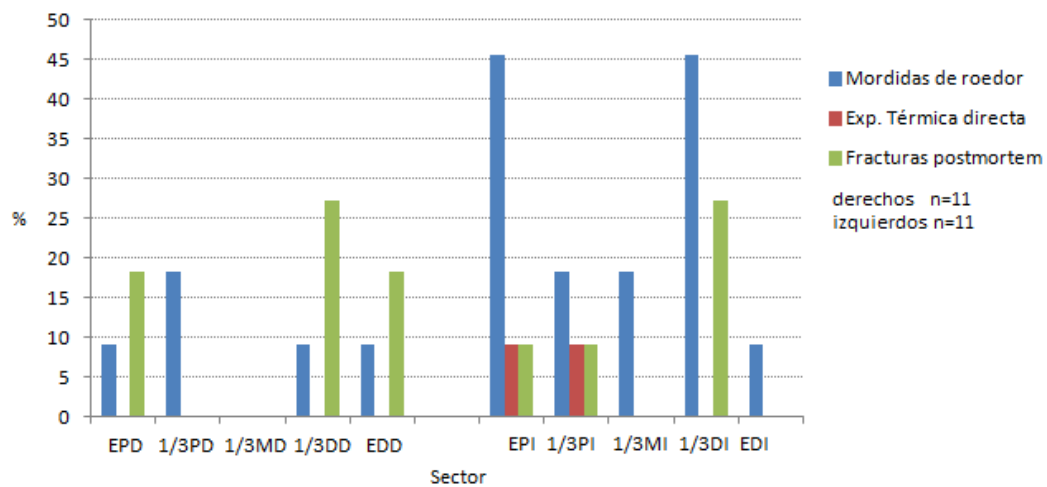


Gráfica 6. Porcentaje de huellas tafonómicas en radios derechos e izquierdos.

Las ulnas estuvieron representadas por veintidós unidades, es decir, once derechos y once izquierdos. En los primeros, las mordeduras de roedor se encontraron sólo una vez en la epífisis proximal (1/9.1%), dos en el tercio proximal (2/18.2%) y solo un caso para el tercio



y epífisis distal respectivamente (1/9.1%). En los izquierdos la incidencia al parecer fue mayor, pues cinco ejemplares presentaron este tipo de marcas sobre la epífisis distal (5/45.5%), dos en el tercio proximal y tercio medio (2/18.2%), cinco en el distal (5/45.5%) y solo una vez se observó en la epífisis distal (1/9.1%). Llamó la atención que esta vez sí se presentaron huellas de exposición al fuego directo, aunque fue muy baja su incidencia sólo en un caso izquierdo que afectó la epífisis y el tercio proximal (1/9.1%). En cuanto a las fracturas *postmortem*, en dos casos derechos se apreciaron sobre la epífisis proximal (2/18.2%), tres en el tercio distal (3/27.3%) y dos en la epífisis distal (2/18.2%), mientras en el izquierdo uno mostró fracturas sobre la epífisis y tercio proximal (1/9.1%), además de tres en el tercio distal (3/27.3%) (Gráfica 7).



Gráfica 7. Incidencia de huellas tafonómicas en cúbitos derechos e izquierdos.

De un total de cuarenta coxales revisados, diecinueve son derechos y veintiuno izquierdos. En los primeros, se registraron cinco casos con mordeduras de roedor en el primer cuadrante anterior y posterior (5/26.3%), para el segundo cuadrante en ambos planos cuatro (4/21.1%), en el plano anterior del tercer cuadrante siete (7/36.8%), mientras para el

posterior seis (6/31.6%). El último cuadrante mostró la misma proporción en ambos planos con cinco (5/26.3%). Por su parte, el coxal izquierdo presentó roeduras, en el primer cuadrante del plano anterior en siete ocasiones (7/33.3%), mientras para el posterior en ocho (8/38.1%). El segundo cuadrante en el plano anterior se presentó en 10 casos (10/47.6%), siendo relativamente mayor para el posterior (7/33.3%). El tercer cuadrante muestra la misma proporción en ambos planos (9/42.9%), no así el cuarto, el cual para el plano anterior se registró en ocho ocasiones (8/37.8%) y siete para el posterior (7/33.3%).

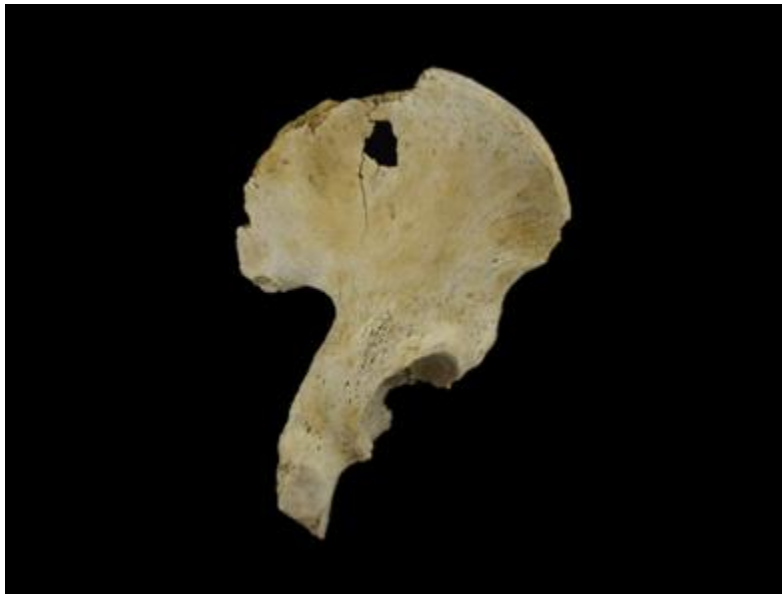
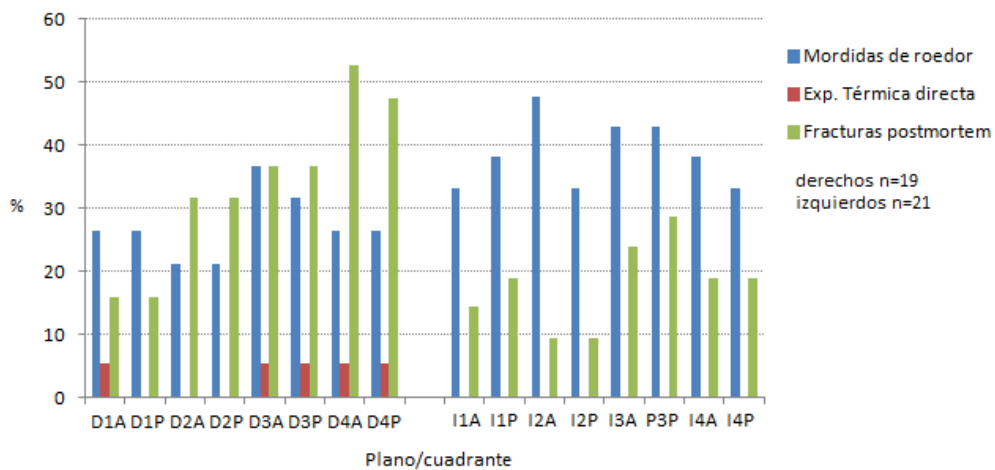


Foto 7. Coxal derecho con fracturas *postmortem*. (Plano posterior).

Respecto las huellas de exposición térmica directa, se encontraron solamente en un ejemplar derecho, mismo que se encontró afectado alrededor del primer cuadrante en su plano anterior (1/5.3%), así como en el tercer y cuarto cuadrante para ambos planos (1/5.3%). Para finalizar con este elemento óseo, las fracturas *postmortem* fueron muy comunes (Foto 7), ya que en el derecho tres ocasiones fueron registradas sobre el plano anterior y posterior del primer cuadrante (3/15.8%), en el segundo por igual en seis casos

(6/31.6%), mientras para el tercero, lo observamos en ambos planos para siete ejemplares. (7/36.8%). En el tercer cuadrante estuvo presente siete veces por igual en ambos planos (7/36.8%), mientras para el cuarto diez veces en el plano anterior (10/52.6%) y nueve para el posterior (9/47.4%). Queremos destacar, que los coxales derechos presentaron una mayor cantidad de fracturas *postmortem* y son los únicos con exposición al calor, esto en relación a las roeduras que mostraron los izquierdos que aunque también están fracturados, es menor su proporción (Gráfica 8). Creemos que esta información sugiere algunas diferencias respecto a las fracturas principalmente, pero es nula en cuanto a las roeduras. Es decir, debido a que la zona isquio-púbica es la parte más estrecha de este hueso, esto explicaría por qué el tercer y cuarto cuadrante son los más afectados, incluso por encima de la zona de las crestas, que están siendo mayormente afectadas por los roedores.

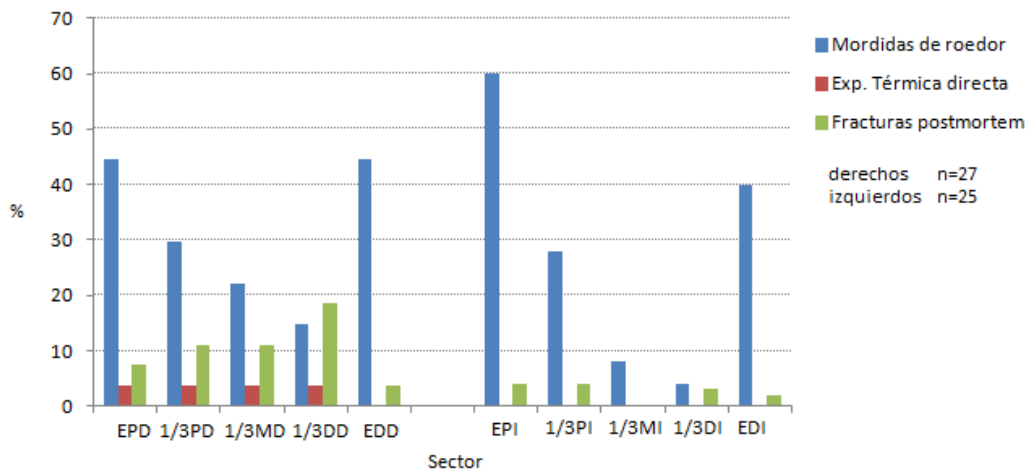


Gráfica 8. Incidencia de huellas tafonómicas en coxales derechos e izquierdos.

Respecto a los huesos largos inferiores, se contabilizaron veintisiete fémures derechos y veinticinco izquierdos. En los primeros tenemos que doce ejemplares fueron roídos en las epífisis proximales (12/44.4%), ocho en el tercio proximal (8/29.6%), seis en el tercio

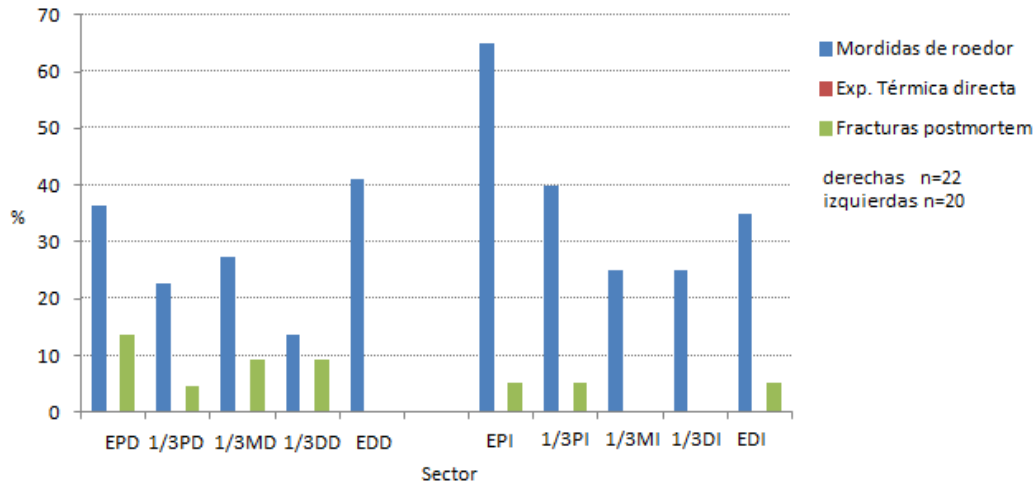
medio (6/22.2%), cuatro en el tercio distal (4/14.8%) y nuevamente doce en la epífisis distal (12/44.4%). En los izquierdos se encontraron roeduras en quince sobre la epífisis proximal (15/60%), siete en el tercio proximal (7/28%), dos en el tercio medio (2/8%), uno en el tercio distal (1/4%) y diez sobre la epífisis distal (10/40%). En cuanto a la exposición térmica directa, solamente un caso (1/3.7%) mostró dichas huellas que se extienden sobre la epífisis y tercio proximal, así como en el tercio medio y distal.

Por su parte, las fracturas *postmortem* fueron más comunes, encontrando en los derechos una proporción de dos casos en la epífisis proximal (2/7.4%), tres en el tercio proximal y medio (3/11.1%), cinco en el tercio distal (5/18.5%) y uno en la epífisis proximal (1/3.7%). En los izquierdos fue menor su presencia, pues solamente se registró una vez en la epífisis y tercio proximal (1/4%), tres en el tercio distal (3/12%) y dos en la epífisis distal (2/8%). Como se puede ver en la gráfica 9, la destrucción provocada por los roedores fue más común que las otras huellas reportadas, lo que es resultado de que son relativamente más resistentes a las fracturas, pero más propensas a las mordeduras sobre todo en los sectores correspondientes a las líneas de inserción y epífisis.



Gráfica 9. Proporción de huellas tafonómicas en fémures derechos e izquierdos.

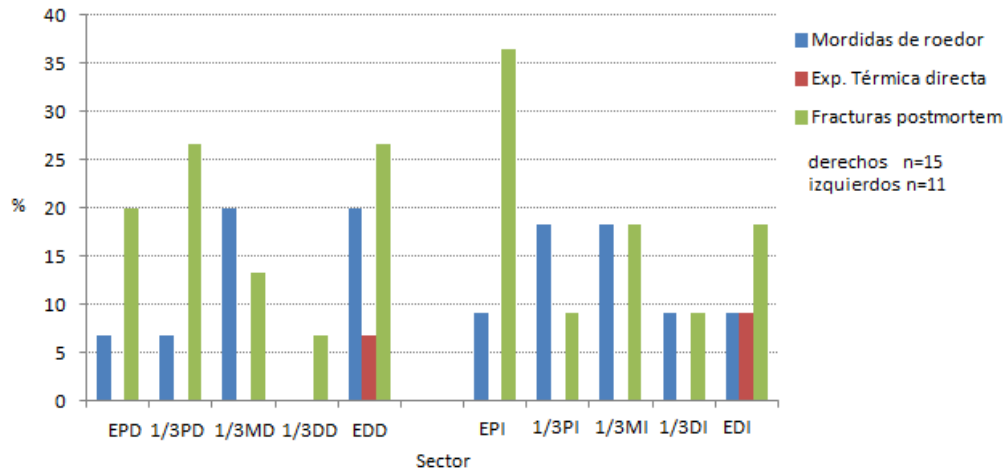
Un total de veintidós tibias derechas y veinte izquierdas se revisaron en este trabajo. En las primeras se encontró que ocho presentan roeduras sobre la epífisis proximal (8/36.4%), cinco en el tercio proximal (5/22.7%), seis en medio de la diáfisis (6/27.3%), tres en el tercio distal (3/13.6%) y nueve en la epífisis distal (9/40.9%). En las izquierdas trece se ubicaron en la epífisis proximal (13/65%), ocho en el tercio proximal (8/40%), cinco a media diáfisis y en el tercio distal (5/25%), así como siete sobre la epífisis distal (7/35%). En esta parte del esqueleto no se reportan huellas de exposición al fuego, sin embargo, si se encontraron fracturas *postmortem*. En las derechas, un total de tres ejemplares tienen esta condición en la zona de la epífisis proximal (3/13.6%), una en el tercio proximal (1/4.5%) y dos a media asta y tercio distal (2/9.1%). Las izquierdas, solo presentaron fracturas *postmortem* una vez en la epífisis y tercio proximal (1/5%) y otra en la epífisis distal (1/5%). En este caso, la epífisis proximal de las tibias izquierdas presenta más mordidas de roedor, mientras las zonas de las inserciones y otras epífisis de ambas resultaron afectadas más o menos en menor proporción. Al igual que los fémures, las fracturas fueron menos frecuentes aunque si se logran apreciar en ambos lados. (Gráfica 10)



Gráfica 10. Incidencia de huellas tafonómicas en tibias derechas e izquierdas.

Finalmente se analizaron veintiséis fémures, de las cuales quince son derechas y once izquierdas. Se encontró solamente en una roídas sobre la región de la epífisis y tercio proximal (1/6.7%), mientras en tres en el área del tercio medio y epífisis distal (3/20%). En los izquierdos, un caso se reporta para el área de la epífisis proximal (1/9.1%), dos para el tercio proximal, a media diáfisis (2/18.2) y nuevamente uno para el tercio y epífisis distal (1/9.1%). Las huellas de exposición al calor, se presentaron solamente para un caso en la epífisis distal derecha (1/6.7%) y otro para la izquierda (1/9.1%). Del grupo de los huesos largos inferiores, estos son los que se mostraron más fracturados, ya que en los derechos tres se presentan rotos al nivel de la epífisis proximal (3/20%), cuatro en el tercio medio (4/26.7%), dos a media asta (2/13.3%), uno en el tercio distal (1/6.7%) y cuatro alrededor de la epífisis distal (4/26.7%). En los izquierdos es muy similar, ya que cuatro no tienen epífisis proximal debido a esta situación (4/36.4%), uno en el tercio proximal (1/9.1%), dos en el tercio medio (2/18.2%), uno en el distal (1/9.1%) y dos en la epífisis distal (2/18.2%).

En la gráfica 11, podemos apreciar mejor las diferencias relativas en cuanto a la distribución de las diferentes marcas presentes empleadas en este estudio.



Gráfica 11. Proporción de huellas tafonómicas en peronés derechos e izquierdos.

Como se ha podido ver, la incidencia y distribución de este tipo de huellas, corresponden en mayor medida a situaciones de orden biestratinómico en primer lugar y posteriormente antropogénicos, entendida esta última como producto de actividades de deterioro postdepósito. Es importante destacar, que no observamos diferencias importantes en cuanto a su lateralización, ya que aunque aquellos huesos pares mostraron en diferente proporción las marcas tafonómicas en cuestión, no se percibe un patrón específico que permita establecer la secuencia en la que los animales llevaron a cabo su actividad. Sin embargo, si se puede plantear que su localización a partir de las diferentes regiones y planos anatómicos, exhibe el nivel de exposición al que quedaron posiblemente por la condición primaria y posición de los esqueletos, esto es, que la alteración por roedores se dio probablemente en un momento en el que la mayoría de los huesos todavía se encontraban articulados. En la figura 14, se presenta una reconstrucción hipotética de la posición en la

que pudieron encontrar los esqueletos, lo que nos aproxima a entender las principales zonas de exposición a las mordidas de roedores.

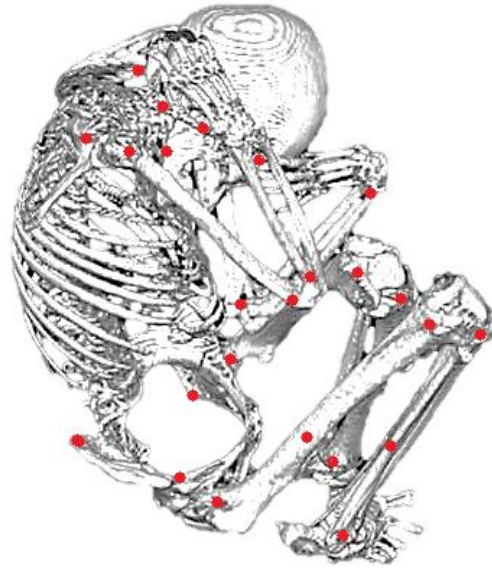


Fig. 14. Reconstrucción hipotética de la posición original de los esqueletos antes de su desarticulación.

Una de las aportaciones originales de la presente investigación, es la interpretación y reconstrucción hipotética de que se trataban de bultos mortuorios, que con el paso del tiempo fueron perdiendo su situación original donde las alteraciones de orden natural por un lado y el saqueo por otro, no dejaron evidencia directa que permita una identificación social y cultural a través del reconocimiento inicial de las prácticas funerarias. Sin embargo, con este análisis tafonómico, se pudo reconstruir aunque sea de manera parcial parte de las mismas. Es interesante destacar, que la distribución de dichas marcas se da en mayor medida, tanto en la zona de los márgenes de las órbitas como del cerca del foramen occipital, lo que recuerda lo reportado en la cueva de las Banquetas en Chiapas, donde el contexto resulta muy parecido en cuanto a que este tipo de mordeduras principalmente son resultado de una alteración de orden bioestratinómico (Bautista *et al.* 2004).



Por otro lado, en las descripciones realizadas por Aveleyra (1956) sobre la exploración en la cueva de la Candelaria en Coahuila, se menciona que muchos de los artefactos arqueológicos producidos en materia vegetal, fueron empleados por los saqueadores para realizar fogatas o antorchas que permitieran iluminar el interior de la caverna. Otros investigadores, aunque describen los hallazgos de restos quemados contenidos en cestas en otras cuevas como las encontradas en la región baja del río Pecos, advierten también que más que una práctica social o canibalismo, resultan propiamente de disturbios postdeposición (Turpin *et al.* 1986). En el caso de la cueva de la Sepultura, también observamos restos de papas y madera trabajada quemada, así como ciertos focos de ceniza en superficie y sedimento, lo que muy probablemente relaciona dicha actividad con la presencia de estas marcas en los huesos donde como vimos, su incidencia en realidad fue muy baja.

Dichas alteraciones al parecer son muy comunes en este tipo de sitios, pues el uso de cuevas mortuorias por diferentes grupos nativos entre el Norte de México y el Sur de Estados Unidos con este patrón, se encuentra muy difundida y hasta cierto punto bien documentada (Aveleyra *et al.* 1956; Banks *et al.* 1982; Benfer *et al.* 1968; Greer 1976; Simmons 2007; Skinner *et al.* 1980; Stewart 1935). No obstante, destacar la relación de esta práctica y sus diferentes procesos a partir de la determinación de su localización y estudio, es crucial para conocer mejor el desarrollo histórico y extensión de los grupos que las utilizaron en el espacio y tiempo. Así la relación de las poblaciones del noreste del país con estas costumbres, nos conduce al problema del tipo de sociedad al que pertenecieron, sin embargo, en la cueva de la Sepultura al no contar con materiales arqueológicos que permitan definir los principales aspectos de su organización o economía de subsistencia, nos remite a emplear el análisis de isótopos estables para la reconstrucción de la dieta en

huesos y dientes, que mediante la comparación con aquellas sociedades que se encuentran documentadas con este método en la llanura costera del golfo, nos ayuda a identificar algunas de sus características culturales dentro de la diversidad de poblaciones en el Norte de México.

### **Isótopos estables**

Se obtuvieron los valores de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de colágeno y apatita (carbonatos), de dieciséis muestras de hueso extraídas del cuerpo mandibular y metatarsos, así como de cuatro molares. La mayor parte corresponde a adultos del sexo masculino (8), a diferencia de los que resultaron ser femeninos (4). A las muestras dentales y metatarsos no se les identificó la edad ni el sexo, esto debido a que se trata de elementos aislados (Tabla 1). De igual modo, para intentar contar con un modelo de referencia local, obtuvimos los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de una muestra de 55 plantas actuales recolectadas en áreas adyacentes a la cueva de la Sepultura en Tula, Tamaulipas (Tabla 2). Finalmente para reconstruir una dieta hipotética de los consumidores, obtuvimos también los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno en huesos de fauna arqueológica y actual de zonas circunvecinas (Tablas 3).

Tabla 1. Valores de  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  de colágeno y apatita en la cueva de la Sepultura.

Clave	sexo	edad	apatita	colágeno	colágeno	apatita	apatita	2.9 -	FT-IR	
			$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (‰) Eq. Agua	C/N	%N	%C
1) TCS-mm1	M	21-35	-2.22	-9.44	11.10	-3.68	-6.52	2.9	15.1	44.1
2) TCS-mm2	M	21-35	-2.93	-10.97	11.91	-3.13	-5.96	2.9	13.9	40.5
3) TCS-mm3	M	21-35	-2.85	-8.86	12.05	-6.90	-9.85	3.0	13.5	40.2
4) TCS-mm5	M	21-35	-1.89	-9.38	11.82	-4.91	-7.80	2.9	15.9	46.5
5) TCS-mm6	F	12-19	0.20	-10.10	12.36	2.38	-0.27	2.9	14.2	41.6
6) TCS-mm7	F	14-16	-3.10	-10.06	11.68	-3.62	-6.46	2.9	14.4	42.0
7) TCS-mm8	F	21-35	-3.60	-9.89	12.14	-4.26	-7.12	3.0	15.1	44.7
8) TCS-mm9	M	21-35	-3.89	-8.65	12.58	-3.62	-6.46	3.0	15.1	44.8
9) TCS-mm10	F	12-16	-2.70	-8.43	12.13	-4.80	-7.69	3.0	13.5	40.2
10) TCS-mm11	M	21-35	-2.56	-10.12	11.84	-5.46	-8.37	3.0	15.4	45.6
11) TCS-mm12	M	18-21	-4.31	-8.27	12.88	-3.59	-6.44	2.9	15.4	44.8
12) TCS-mm14	M	21-35	-3.43	-7.87	13.81	-4.56	-7.44	2.9	14.6	42.2
13) TCS-md9	n/i	Adulto	-1.55	-9.42	12.58	-2.80	-5.62	2.8	15.1	42.2
14) TCS-md10	n/i	Adulto	-1.11	-9.21	14.14	-4.01	-6.87	2.8	15.2	42.3
15) TCS-md11	n/i	Adulto	-0.55	-9.24	13.16	-1.95	-4.74	2.9	14.5	41.8
16) TCS-md12	n/i	Adulto	0.31	-7.90	12.18	-4.09	-6.95	2.8	14.8	40.8
17) TCS-mh2	n/i	Adulto	-2.31	-8.59	12.16	-2.53	-5.33	2.9	15.2	44.4
18) TCS-mh3	n/i	Adulto	-3.30	-9.54	11.91	-1.57	-4.35	2.9	14.7	43.5
19) TCS-mh4	n/i	Adulto	-3.90	-9.71	11.58	-2.82	-5.64	2.9	14.3	41.3
20) TCS-mh5	n/i	Adulto	-2.12	-8.30	12.12	-2.21	-5.01	3.0	14.8	43.8

Tabla 2. Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en muestras de flora actual y arqueológica en Tula, Tamaulipas.

CLAVE	Actual	Familia	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰) Corr. -1.5	Fotosíntesis
TAP-1	Penca de lechuguilla	<i>Agavaceae</i>	6.1	-14.7	-13.2	C4,CAM
TAP-2	Nopal rastrero o tuna dulce	<i>Cactacea</i>	3.9	-12.7	-11.2	CAM
TAP-3	Tuna de cardón	<i>Cactacea</i>	4.9	-11.0	-9.5	CAM
TAP-4	Cabuches o fruto de biznaga	<i>Cactacea</i>	10.1	-12.7	-11.2	CAM
TAP-5	Dátil o fruto de yuca	<i>Agavaceae</i>	5.9	-12.0	-10.5	C4,CAM
TAP-6	Semilla de biznaga	<i>Cactacea</i>	4.1	-13.2	-11.7	CAM
TAP-7	Fruto de tullidora	<i>Rhamnaceae</i>	6.2	-25.0	-23.5	C3
TAP-8	Pasto	<i>Gramineae</i>	0.4	-15.5	-14.0	C4
TAP-9	Hierba del cáncer	n/i	4.7	-27.0	-25.5	C3
TAP-10	Hormiguilla	<i>turneraceae</i>	6.2	-14.4	-12.9	C4,CAM
TAP-11	Guapilla	<i>Bromelida</i>	3.6	-13.8	-12.3	C4,CAM
TAP-12	Candelilla	<i>Euphorbiaceae</i>	-0.6	-15.5	-14.0	C4,CAM
TAP-13	Espadín	<i>Agavaceae</i>	1.9	-15.9	-14.4	C4,CAM
TAP-15	San Nicolás	<i>Asteraceae</i>	1.6	-28.6	-27.1	C3
TAP-16	Rodamundos	<i>Chenopodiaceae</i>	9.5	-13.3	-11.8	C4,CAM

TAP-17	Badillo	<i>Asparagaceae(Liliaceae)</i>	1.9	-24.7	-23.2	C3
TAP-18	Zacate	<i>Graminaceae</i>	0.0	-14.7	-13.2	C4
TAP-19	Espadín	<i>Agavaceae</i>	0.6	-12.9	-11.4	C4
TAP-20	N/I	<i>Malvaceae</i>	3.2	-26.1	-24.6	C3
TAP-21	Escoba morada	<i>Leguminosae</i>	3.1	-27.6	-26.1	C3
TAP-22	Ocotillo	<i>Asteraceae</i>	4.4	-27.3	-25.8	C3
TAP-23	Salvia	<i>Euphorbiaceae</i>	4.4	-27.5	-26.0	C3
TAP-24	Guajillo	<i>Leguminosae</i>	5.7	-28.4	-26.9	C3
TAP-25	Escobilla	<i>Compositae</i>	6.7	-28.7	-27.2	C3
TAP-26	Alfilersillo	<i>Cruciferae</i>	6.9	-22.9	-21.4	C3
TAP-27	Ventosa	<i>Hydrophyllaceae</i>	5.2	-26.1	-24.6	C3
TAP-28	Parraleña	<i>Compositaceae</i>	2.7	-26.7	-25.2	C3
TAP-29	Espadín	<i>Agavaceae</i>	0.5	-14.7	-13.2	C4,CAM
TAP-30	Hierba del zorrillo	<i>Serophulariaceae</i>	0.7	-27.8	-26.3	C3
TAP-31	Cenizo	<i>Serophulariaceae</i>	5.6	-26.5	-25.0	C3
TAP-32	Tamís	<i>Compositae</i>	6.8	-26.9	-25.4	C3
TAP-33	Tabadillo	<i>Chenopodiaceae</i>	9.3	-25.4	-23.9	C3
TAP-34	Cardón	<i>Cactaceae</i>	7.7	-12.9	-11.4	CAM
TAP-35	Junco	<i>Koerberliniaceae</i>	5.0	-25.4	-23.9	C3
TAP-36	Sangre de grada	<i>Euphorbiaceae</i>	6.7	-24.1	-22.6	C3
TAP-37	Mezquite	<i>Leguminaceae</i>	5.7	-24.1	-22.6	C3
TAP-38	Tullidora	<i>Rhamnaceae</i>	4.3	-27.2	-25.7	C3
TAP-39	Gobernadora	<i>Zygophyllaceae</i>	8.6	-27.1	-25.6	C3
TAP-40	Vizcolata	n/i	6.0	-26.9	-25.4	C3
TAP-41	Quiote lechuguilla	<i>Agavaceae</i>	6.4	-12.9	-11.4	C4,CAM
TAP-42	Nopal rastrero	<i>Cactaceae</i>	6.3	-12.0	-10.5	CAM
TAP-43A	Nopal cuija	<i>Cactaceae</i>	-0.2	-11.0	-9.5	CAM
TAP-43B	Nopal cuija	<i>Cactaceae</i>	6.1	-10.9	-9.4	CAM
TAP-2C	B3 Sotol	<i>Agavaceae</i>	-3.1	-23.0	-21.5	C3
TAP-3C	B5 Agavácea	<i>Agavaceae</i>	10.8	-10.2	-8.7	C4,CAM
TAP-4C	B13 Semillas	n/i	6.9	-23.3	-21.8	C3
TAP-8C	B14 Semillas	n/i	4.0	-24.0	-22.5	C3
TAP-10C	B15 Semillas	n/i	9.4	-22.8	-21.3	C3
TAP-11C	B23 Agavácea	<i>Agavaceae</i>	7.9	-12.0	-10.5	C4,CAM
TAP-12C	B24 Hojas y varas	n/i	7.5	-23.6	-22.1	C3
TAP-13C	B82 Agavácea	<i>Agavaceae</i>	16.0	-13.3	-11.8	C4,CAM
TAP-15C	B84 Vaina	n/i	10.3	-25.2	-23.7	C3
TAP-16C	B87 Agavácea	<i>Agavaceae</i>	9.9	-13.2	-11.7	C4,CAM
TAP-44	Pasto 1	<i>Gramineae</i>	-0.8	-14.1	-12.6	C4
TAP-45	Pasto 2	<i>Gramineae</i>	4.7	-15.5	-14.0	C4

	Arqueológico		$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$ VPDB (‰)	Fotosíntesis
			AIR (‰)		
TCS-mb9	B13/Maíz	<i>Poaceae</i>	6.1	-8.97	C4

Si bien es claro que la información isotópica es variable de una región a otra, para este estudio empleamos también los datos correspondientes al trabajo de Hard y Katzemberg (2011) como parámetro medioambiental, pues se trata de la única investigación hasta ahora, que compendia información isotópica importante de flora, fauna y poblaciones antiguas de cazadores-recolectores-pescadores distribuidos en tres zonas ecológicas bien diferenciadas dentro de la llanura costera del golfo; 1) costa, 2) lacustre o ribereño y 3) tierra adentro). En este sentido, con las reservas que esto implica, yuxtapusimos la zona de la sierra de la porción suroeste de Tamaulipas, pues aunque dicha investigación se limita al sur hasta la zona de la costa en el río Nueces y tierra adentro hacia la región de la falla Balcones en la Meseta de Edwards, no está por demás incorporar información sobre este tipo de entorno que como se ha visto, también se encuentra potencialmente entre el noreste de México y el sur de Texas.

Tabla 3. Valores promedio  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno y apatita de fauna arqueológica y actual en Tula, Tamaulipas

<b>Clave</b>	<b>colágeno</b>	<b>colágeno</b>	<b>apatita</b>	<b>apatita</b>
	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (‰) Eq Agua
<b>TCT-mf1</b>	-19.97	3.65	-5.99	-8.92
<b>TCT-mf2</b>	-18.31	4.03	-5.19	-8.08
<b>TCT-mf3</b>	-18.20	5.47	-6.09	-9.02
	<b>colágeno</b>	<b>colágeno</b>		
	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		
<b>TCS-mfa1</b>	-15.94	10.62		
<b>TCS-mfa2</b>	-19.42	6.04		

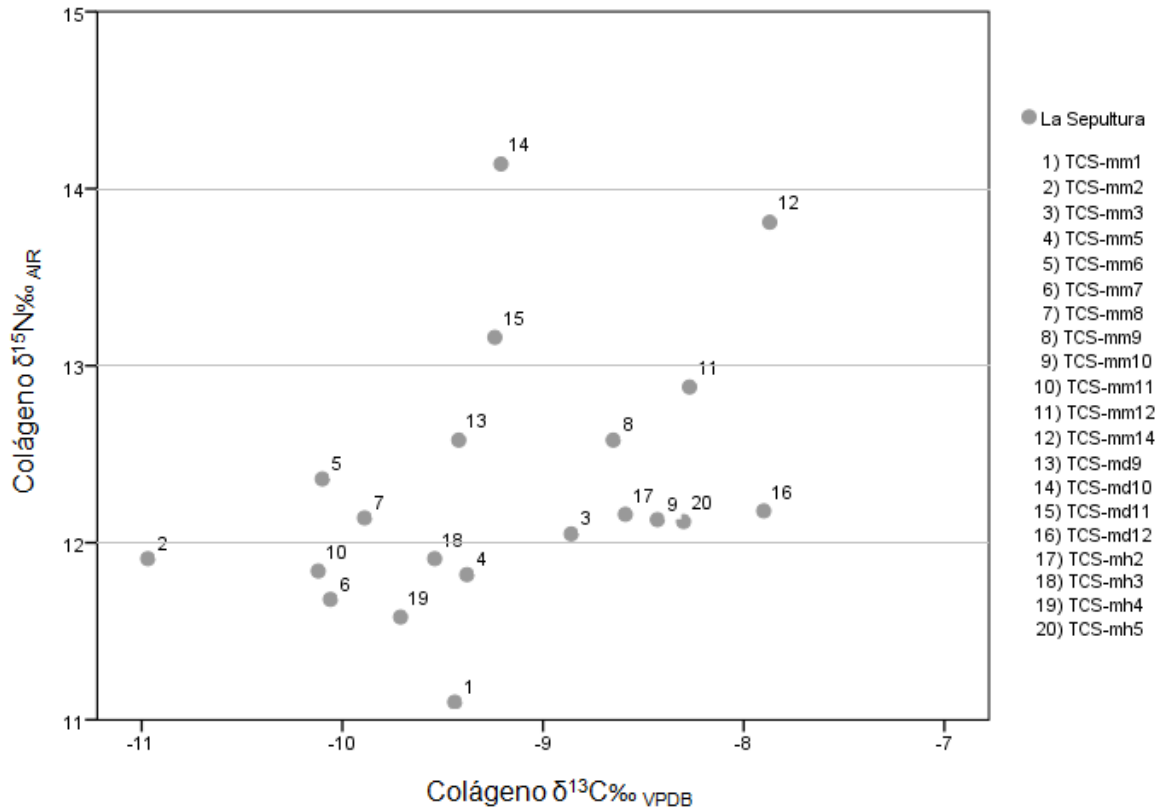
Dicho de otro modo, en la llanura costera del golfo que se extiende desde la bahía de Galveston en Houston, hasta el delta del río Bravo en Tamaulipas, se tiene la documentación de grupos humanos desde el *Arcaico temprano* hasta el periodo *Prehistórico tardío*. Estos grupos se dispersaron tanto en las zonas costeras, lacustres o ribereñas, así como tierra adentro, donde diferentes reportes arqueológicos y etnohistóricos destacan sobre todo que la base de su economía fue principalmente la caza-recolección-pesca. A diferencia de los grupos sedentarios agrícolas que al parecer son muy raros en dicha zona, los lugares de enterramiento de este tipo de sociedades son más difíciles de localizar, no obstante, cuando se logran ubicar, una de las características que presentan es que están conformados desde uno o pocos individuos, hasta otros con una mayor cantidad de sujetos, lo que ha sido aprovechado por los arqueólogos y antropólogos para conocer detalles sobre la ecología, movilidad, territorialidad y el abastecimiento o aprovechamiento de recursos inherentes a este tipo de economía.

Otro aspecto importante por lo que se consideran aquí, es que los estudios isotópicos han logrado comprender las adaptaciones alimentarias que experimentaron a lo largo del tiempo, sugiriendo cierta estabilidad a largo plazo con algunas variaciones regionales dependiendo de su territorio y entorno ecológico (Hard *et al.* 2011). Es decir, dichos grupos al mostrar un patrón de cierta movilidad restringida, en sus huesos presentan un registro fidedigno del medio ambiente en el que se desarrollaron, lo que es posible establecer cuando se conoce el tipo de alimentos que consumieron a partir del reconocimiento de sus fuentes de proteína ya sea animal y vegetal, terrestre como marina. En este trabajo, utilizamos dicha información como parámetro poblacional de referencia, para darnos una idea más o menos clara de las diferentes dietas que se desarrollaron en esta unidad

fisiográfica, en función de sus dietas bien caracterizadas arqueológica e isotópicamente, contra las observadas en el estudio de los materiales localizados en la cueva de la Sepultura. Es así que comparamos los isótopos de carbono y nitrógeno del colágeno y apatita, para identificar información subyacente que diferencie sus principales fuentes de recursos, a partir de la aplicación del análisis bivariado y multivariado, adicionando detalles del lugar de procedencia, con apoyo de la información proporcionada por los isótopos estables de oxígeno.

Los valores de colágeno de los individuos de la cueva de la Sepultura, en  $\delta^{13}\text{C}$  se encuentran en un intervalo de -11.1 a -7.9‰, con una media de -9.1‰ ( $s=.8$ ,  $\text{RQ}=1.2\%$ ,  $n=20$ ), mientras que para el  $\delta^{15}\text{N}$  se hallan entre 11.1 a 14.1‰, con una media 12.3‰ ( $s=.7$ ,  $\text{RQ}=1.2\%$ ,  $n=20$ ). El primer dato, sugiere que todos estos individuos se muestran enriquecidos en el isótopo de carbono más pesado siendo muy variables entre sí. Por su parte, el  $\delta^{15}\text{N}$  de igual forma exhibe que las muestras 12 y 14 presentan los valores más altos de la muestra (Gráfica 12). Para aproximarnos a inferir e interpretar las fuentes de proteína animal y vegetal relacionados con estos datos, se colocaron los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno de los individuos de la Sepultura, con los proporcionados por las muestras de flora y fauna tanto actuales como arqueológicas procedentes de la zona.

La dispersión de la flora actual, después de la aplicación de un factor de corrección de -1.5 por el efecto industrial, se ajustó según las diferencias mostradas dependiendo su proceso fotosintético. La  $\delta^{13}\text{C}$  de las plantas  $\text{C}_3$  por un lado, se ubicaron en un intervalo de -27.2 a -21.3‰ con una media de -24.3‰ ( $s=1.8$ ,  $\text{RQ}=3.1\%$ ,  $n=29$ ), mientras las  $\text{C}_4$  junto con las CAM entre -14.4 a -8.7‰ con una media de -11.7‰ ( $s=1.5$ ,  $\text{RQ}=2.4$ ,  $n=26$ ). Por su parte, el maíz arqueológico en su valor  $\delta^{13}\text{C}$  fue de 9.1‰ y para el  $\delta^{15}\text{N}$  de 6.1‰,  $n=1$ .



Gráfica 12. Relación entre los valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno en la cueva de la Sepultura.

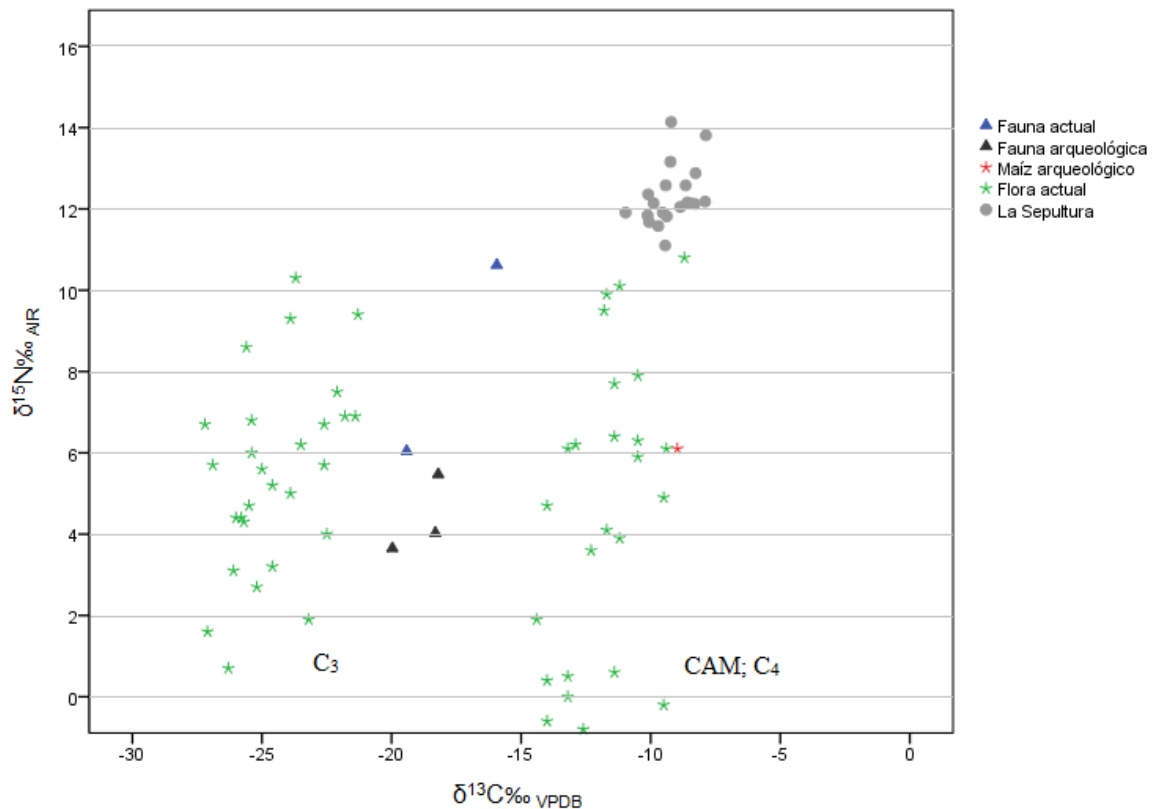
El espacio que podemos apreciar entre los dos diferentes tipos de plantas cae en lo esperado, aunque debemos destacar que en las actuales, las  $\delta^{15}\text{N}$  resultaron relativamente elevadas con un intervalo de -3.1 a 10.3‰ con una media de 5.1‰. ( $s=2.8$ ,  $RQ=2.8$ ,  $n=29$ ) para las plantas  $\text{C}_3$  y de -8 a -16‰ con una media de 5.0‰ ( $s=5$ ,  $RQ=6.4$ ,  $n=26$ ) en las CAM y  $\text{C}_4$ . Este último grupo de plantas en la zona son muy variables, pues se ha sugerido que las plantas CAM, responden mejor adaptativamente a condiciones de aridez comportándose como  $\text{C}_3$  o  $\text{C}_4$  dependiendo si hay o no presencia de luz, la estacionalidad u otros factores como cambios climáticos (Morales *et al.* 2012). Por lo tanto, las variaciones en los componentes del suelo y la dependencia a ciertos microorganismos durante los procesos de fijación del nitrógeno atmosférico, contribuyen también a una mayor



abundancia del isótopo más pesado de este elemento en ellas. En este caso, tanto las plantas CAM y C<sub>4</sub> por ubicarse en un entorno semidesértico, sea quizás el factor que está influyendo en la producción de estos valores, mismos que se verán reflejados también en los procesos de fraccionamiento isotópico de los tejidos en los animales y humanos que las consumieron. Lo anterior plantea que los individuos de la cueva de la Sepultura, incorporaron principalmente a su dieta fuentes de proteína proveniente de plantas CAM y C<sub>4</sub>, quizá en mayor cantidad suculentas y cactáceas con una mezcla en menor medida de C<sub>3</sub>, pues la posición del carbono para este tipo de vegetación y otras plantas C<sub>4</sub> como el maíz, son consistentes con el enriquecimiento de  $\delta^{13}\text{C}$  en sus tejidos.

Bajo el supuesto de que los valores entre animales y los seres humanos, es alrededor de  $\sim 3$  ‰ para  $\delta^{15}\text{N}$  y aproximadamente de  $\sim 2$  ‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  (Tiezen *et al.* 1993), es posible inferir los componentes de este tipo de alimentos en los individuos de la Sepultura. El colágeno de la fauna actual, arrojó valores  $\delta^{13}\text{C}$  de -19.4 a -15.9 ‰ con una media de -17.6 ( $s=2.4$ ,  $n=2$ ), mientras para  $\delta^{15}\text{N}$  de 6.0 a 10 ‰ con media de 8.3 ‰ ( $s=3.2$ ,  $n=2$ ). Por su parte, arqueológicamente las  $\delta^{13}\text{C}$  se encuentra en el rango de -20 a -18.2 ‰ con una media de -18.8 ‰ ( $s=.9$ ,  $RQ=0.9$ ,  $n=3$ ) y para  $\delta^{15}\text{N}$  en 3.7 a 5.5 ‰ con una media de 4.3 ‰ ( $s=.9$ ,  $RQ=.9$ ,  $n=3$ ). Como es de suponer, independientemente del tamaño de las series, los individuos de la cueva de la Sepultura se posicionan en un nivel trófico mayor para ambos grupos de muestras, aunque con algunas diferencias entre estas últimas que vale la pena discutir. La fauna arqueológica que consiste básicamente en ejemplares de venado (*Odocoileus v.*), se ubican con poca variabilidad por debajo de las actuales del mismo *taxa*, a excepción de un zorro que está  $\sim 2$  ‰ en  $\delta^{15}\text{N}$  por encima de ambos grupos. Dichas diferencias se explican, a partir de que mientras ambos grupos de venados se acercan más a

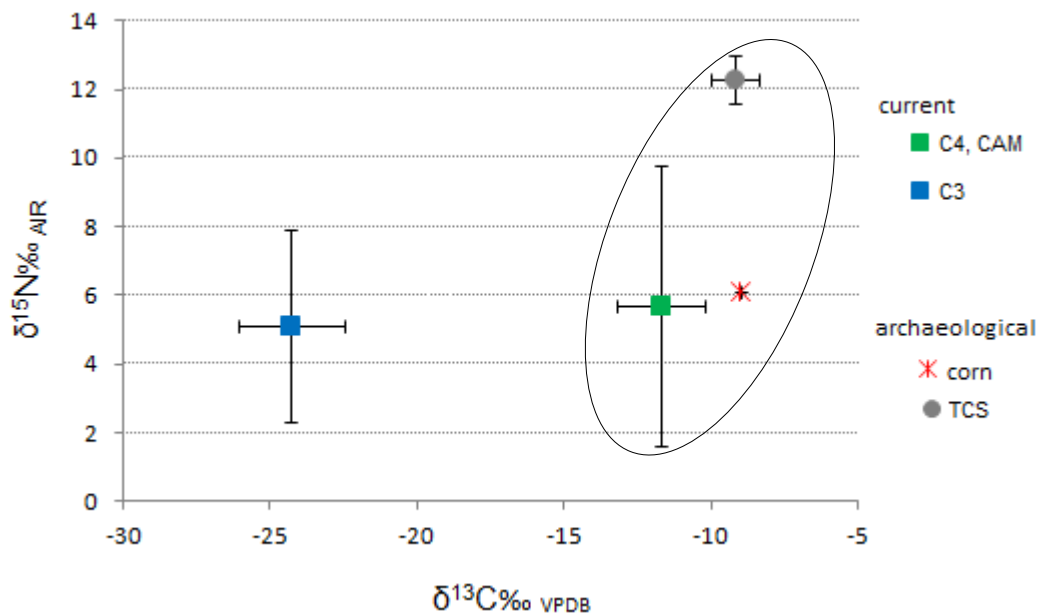
una dieta basada en plantas C<sub>3</sub>, el zorro actual es compatible con una alimentación mixta de animales que usan plantas C<sub>3</sub> y CAM. Si bien no contamos con evidencia de que este mamífero haya sido consumido por los grupos de la Sepultura, es factible que las plantas o animales que este animal consume, estén enriquecidos de igual modo en carbono y nitrógeno en mayor medida de lo que consumen los venados, situándolo más cerca de la dieta de los humanos que parece ser todavía mucho más variada y rica en diferentes fuentes de proteína animal (Gráfica 13).



Gráfica 13. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno de flora y fauna actual y arqueológica suroeste de Tamaulipas.

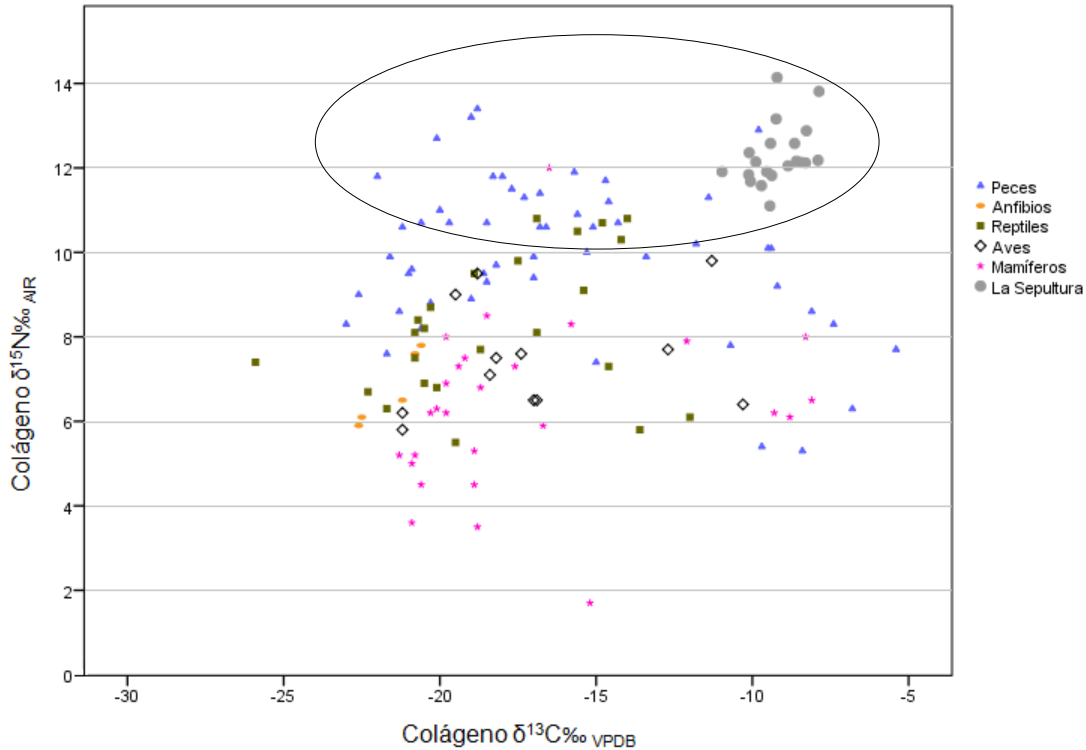
Resumiendo lo anterior, en la gráfica 14 se muestran los promedios de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  entre los diferentes grupos de muestras, donde se puede constatar que corresponden

prácticamente a un esquema coherente entre los *taxa* presentados, es decir, donde los humanos se posicionan en el nivel trófico superior, encontrándose enriquecidos en carbono y nitrógeno. Sin embargo, dado el tamaño reducido y variedad de las muestras de fauna con las que contamos, requerimos establecer otro tipo de comparaciones para interpretar mejor lo antes expuesto. Para tal efecto, comparamos los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  del colágeno representativo de fauna terrestre y marina más frecuente en la llanura costera del golfo (Hard *et al.* 2011). Queremos reiterar que este ejercicio es con base a un fundamento hipotético, por lo que las aproximaciones realizadas deben entenderse considerando que existen evidentemente diferencias sustantivas entre regiones, no obstante, creemos se justifica su empleo ya que nuestra zona de investigación de algún modo, forma parte de esta fisiografía mayor.



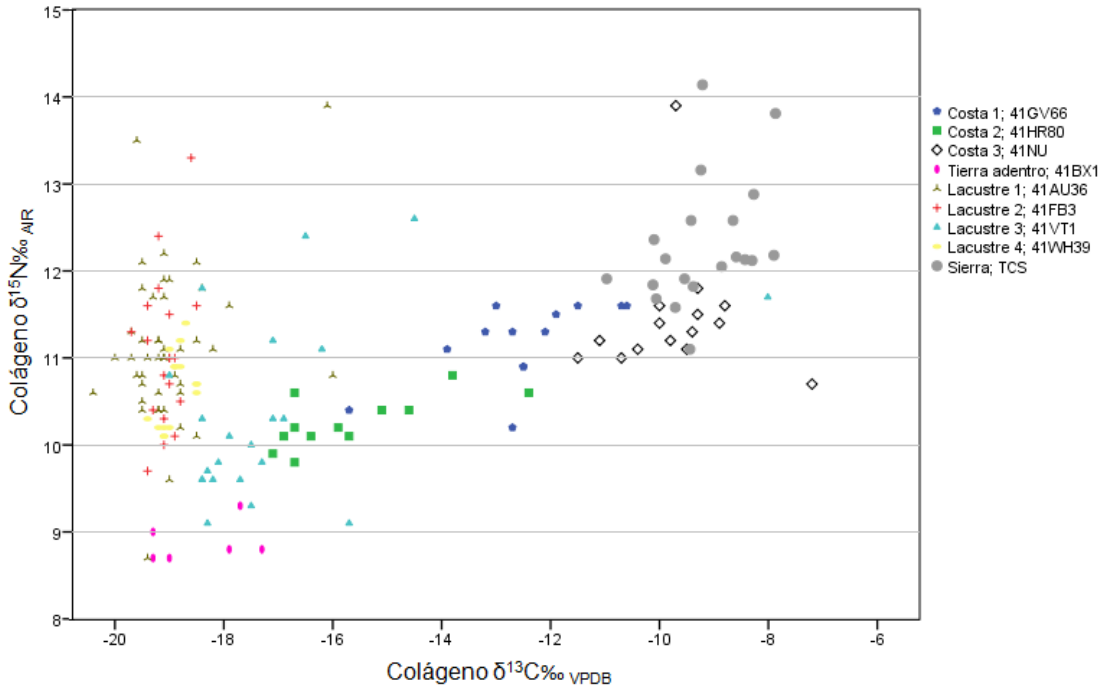
Gráfica 14. Valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  ( $s = \pm 1$ ) en flora y fauna actual y arqueológica del suroeste de Tamaulipas.

Debemos recordar que en los tejidos de mamíferos, el colágeno se enriquece ligeramente en  $^{13}\text{C}$  con respecto a músculos y más aún en relación con el tejido graso, de modo que los animales consumidos por los seres humanos, presentan valores  $\delta^{13}\text{C}$  aproximadamente 2 ‰ menos en sus  $\delta^{13}\text{C}$  de colágeno comparado con estos últimos. Por su parte, la variabilidad y disponibilidad presente entre los recursos dulceacuícolas, marinos y terrestres hace de esta región aún más compleja, no obstante, es posible sugerir la variación de la dieta en comparación con la homogeneidad entre los grupos humanos que probablemente explotaron aquellos recursos. En este sentido, la variabilidad mostrada entre los taxones de la llanura costera del golfo, refleja los diferentes niveles tróficos y las fuentes de carbono de determinados hábitats acuáticos y terrestres. La gráfica 15, muestra los valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno en vertebrados, ilustrando la amplia gama de variación entre los grupos taxonómicos principales de la llanura costera del golfo, frente a los sujetos de la Sepultura, mismos que se ubican en lo esperado respecto a su posición en la cadena trófica pero con valores de nitrógeno muy altos, similares a los que corresponden a los animales de entornos marinos y dulceacuícolas.

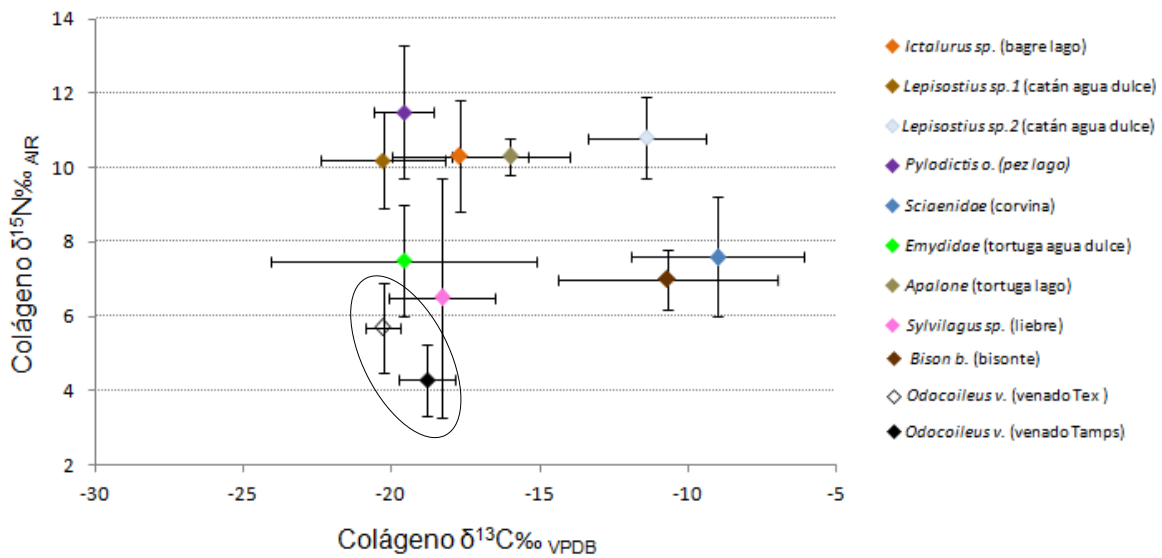


Gráfica 15. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno de fauna arqueológica en la llanura costera del golfo y la cueva de la Sepultura en Tamaulipas. Tomado de Hard y Katzemberg (2011) modificado por el autor.

En la gráfica 16, se presentan los valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno de las poblaciones de cazadores-recolectores-pescadores que explotaron dichos recursos, distinguiendo así ocho sitios en tres zonas principales; costa, lacustre o ribereño y tierra adentro (Hard *et al.* 2011), adicionando a su vez los valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno de la Sepultura, que se ubica a diferencia de los anteriores en un entorno serrano. Por su parte en la gráfica 17, se presentan los promedios de las especies más representativas procedentes de diferentes sitios arqueológicos, donde el venado de Tamaulipas se ubica muy próximo al venado del área de Texas.

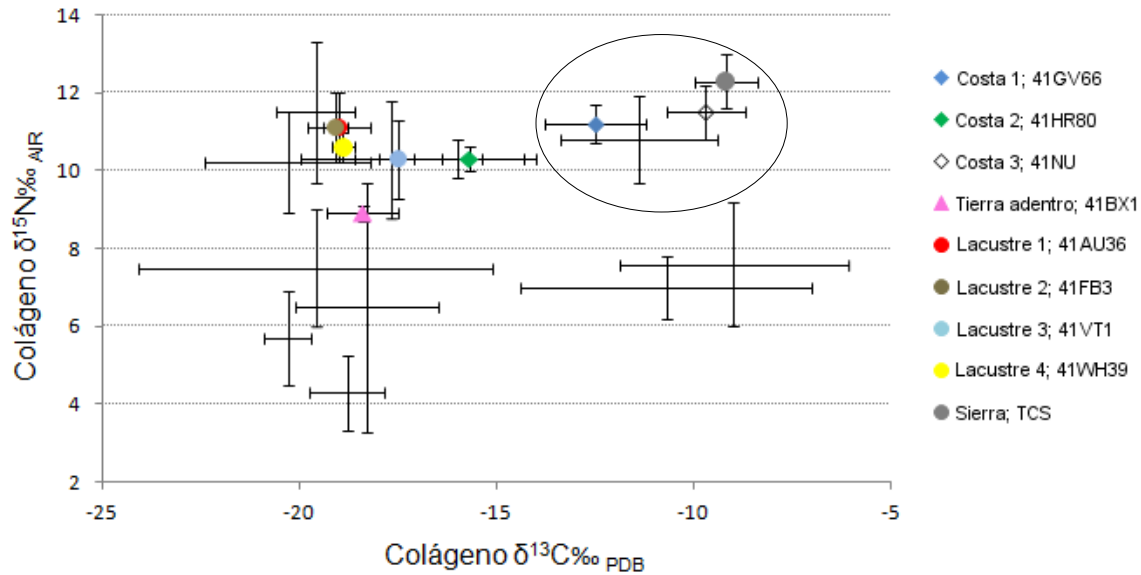


Gráfica 16. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de colágeno de sitios arqueológicos en la llanura costera del golfo y la Sepultura en Tamaulipas. Tomado de Hard y Katzemberg (2011) modificado por el autor.



Gráfica 17. Valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  ( $s = \pm 1$ ) de fauna arqueológica en la llanura costera del golfo y Tamaulipas. Tomado de Hard y Katzemberg (2011) modificado por el autor.

Como se puede apreciar, resulta interesante que la Sepultura se agrupa en el otro extremo de la gráfica, presentando valores más altos tanto de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en comparación con los grupos de la costa, a los referidos a entornos lacustres o ribereños y planicies tierra adentro. Esto se explica a partir de la presencia de una amplia variación de las firmas isotópicas en las fuentes de proteína vegetal y animal, así como terrestre y marina en todas estas poblaciones, con diferencias sustantivas que se encuentran relacionadas específicamente por los entornos donde se desarrollan y sus características socioculturales para la apropiación de recursos. Esto coloca a nuestras muestras frente a un interesante problema, pues como se puede ver, los grupos lacustres o ribereños y tierra adentro, son consistentes con animales y peces que se alimentan principalmente de fuentes  $\text{C}_3$ , con variaciones menores en sus relaciones  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en la fuentes de proteína CAM y  $\text{C}_4$ , mientras los de la costa y la sierra, muestran valores en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  mayores en esta última fuente de recursos. Como se vio anteriormente, en la Sepultura la dieta se aproxima a recursos que están integrando fuentes de proteína CAM y  $\text{C}_4$ , aunque por lo elevado de sus valores en  $\delta^{15}\text{N}$ , sugiere que además de integrar plantas y animales con este tipo de firmas, puede que quizás estén incorporando también recursos marinos ya sea de zonas costeras, como lacustres y ribereños en diferente proporción.



Gráfica 18. Valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  ( $s = \pm 1$ ) de colágeno de fauna, sitios arqueológicos en la llanura costera del golfo y la cueva de la Sepultura en Tamaulipas. Tomado de Hard y Katzemberg (2011) modificado por el autor.

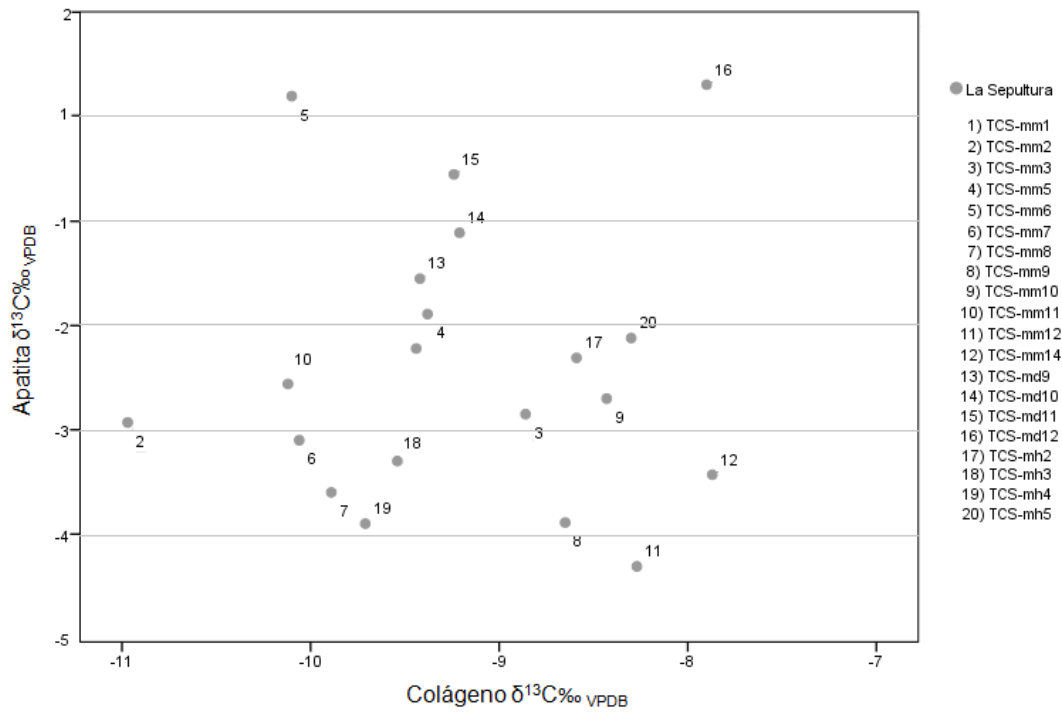
Por ejemplo, en la gráfica 18 podemos identificar este tipo de variaciones, que en el caso propio de los grupos cazadores-recolectores-pescadores de zonas lacustres, costeras y tierra adentro, responden ciertamente a patrones de fuentes de recursos según su patrón de movilidad restringido. Como podemos advertir, las zonas lacustres y costeras presentan los niveles más altos en  $\delta^{15}\text{N}$  (entre 10-12‰), lo que es consistente con los valores de este elemento con peces y moluscos de ríos, lagos y estuarios marinos, no así los de tierra adentro, que más bien se presentan en asociación principal con animales terrestres que se alimentan de fuentes de proteína  $\text{C}_3$  con una posición en la cadena trófica menor. De los tres grupos, las zonas costeras son también las más variables entre sí, pues se encuentran enriquecidas en  $\delta^{13}\text{C}$  gracias a la combinación de diferentes fuentes de proteína animal terrestre, que se alimentan con fuentes de proteína CAM/ $\text{C}_4$ , así como una mayor dependencia de recursos lacustres, estuarios y marinos (Hard *et al.* 2011). De todas estas, el



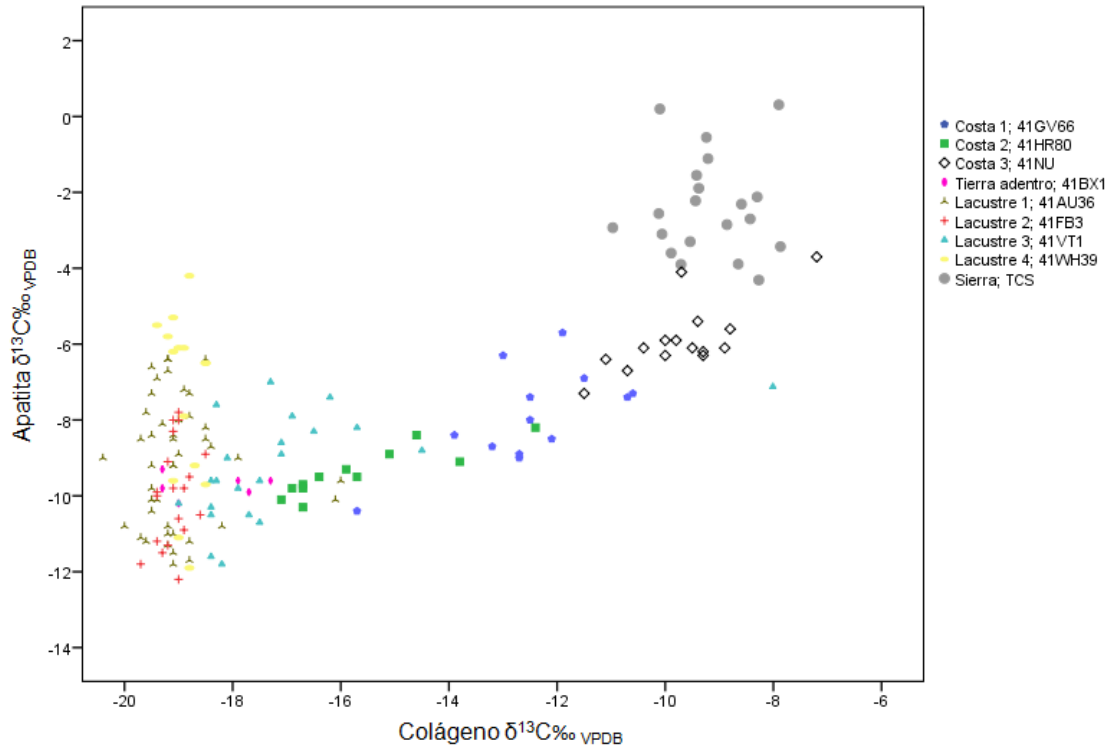
sitio Costa 3 (41NU) localizado alrededor del río Nueces, es el que presenta los valores más altos en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , destacando el uso de recursos de agua dulce en menor grado, a diferencia de los sitios lacustres o ribereños que los emplearon en mayor escala. Solamente los correspondientes a la Costa 2 (41HR80) y Costa 1(41GV66), parecen haber integrado en sus dietas mayor cantidad de peces y moluscos de zonas lacustres o ribereñas.

Como se puede apreciar, la Sepultura se parece en sus valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  a los encontrados en el sitio denominado Costa 3, lo que puede insinuar que posiblemente incorporaron en su dieta recursos lacustres, estuarios y marinos, en combinación con una amplia variedad de fuentes de proteína terrestre CAM/C<sub>4</sub>. Para poder diferenciar si en verdad están integrando estos componentes a su dieta, es necesaria la identificación de las porciones de estas fuentes de proteína por medio del análisis de la dieta total ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{apatita}}$ ) y dieta proteica ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{colágeno}}$ ), misma que permite la identificación de las porciones de proteína C<sub>3</sub> contra fuentes de proteína C<sub>4</sub> y marina, según sea su posición cuando se colocan entre dos líneas de regresión simples (Kellner *et al.* 2007). En la gráfica 19, se muestran primero los valores individuales en los carbonatos de la Sepultura que se encuentran en un intervalo de -4 a 0.3‰, con una media de -2.3‰ ( $s=1.3$ ,  $RQ=1.5$ ,  $n=20$ ), sugiriendo diferencias con lo encontrado en el colágeno que como ya vimos anteriormente, parece ser mucho más variable intraespecíficamente. En la gráfica 20, dichos valores en comparación con las observadas en las diferentes zonas, muestran una agrupación muy similar a lo que ocurre en las gráficas de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en cuanto a las fuentes de proteínas con animales, es decir, las zonas de tierra adentro, lacustres y ribereñas, se encuentran claramente diferenciadas en sus fuentes de proteína a las propias de la costa. Sin embargo, destaca que en la relación  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita, la Sepultura ofrece valores todavía

mayores a todas, por lo que es necesaria la interpretación de estos valores en función de los parámetros lineales antes descritos.



Gráfica 19. Valores individuales de  $\delta^{13}C$  de apatita y colágeno en muestras de la cueva de la Sepultura.



Gráfica 20. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}$  de apatita y colágeno de sitios arqueológicos en la llanura costera del golfo y la cueva de la Sepultura en Tamaulipas. Tomado de Hard y Katzemberg (2011) modificado por el autor.

Como se sabe, el carbono en los aminoácidos que componen el colágeno deriva en gran parte de proteínas de la dieta, mientras el carbono contenido en los carbonatos del hueso, proviene de lo que se ha denominado dieta total, es decir, los carbohidratos, las grasas y las proteínas no utilizadas en la síntesis de proteínas (Ambrose *et al.* 1993; Krueger *et al.* 1984; Tiezzen *et al.* 1993). En este sentido, las plantas que proporcionan proteínas y energía, se verán reflejados principalmente en los valores de los carbonatos, pero no tanto en los valores del colágeno, sobre todo cuando las fuentes de proteínas de origen animal son más profusas. Una fuente importante de energía la encontramos en los lípidos de animales, por lo que serán también más evidentes en los valores de la apatita. Dado que el colágeno se

conforma tanto por aminoácidos esenciales (22 %) como no esenciales (78 %), la energía alimentaria también puede proveer al colágeno, pero como Schwarcz (2000) lo señaló, es menos probable que el cuerpo vaya a producir los aminoácidos no esenciales si ya están presentes en la dieta.

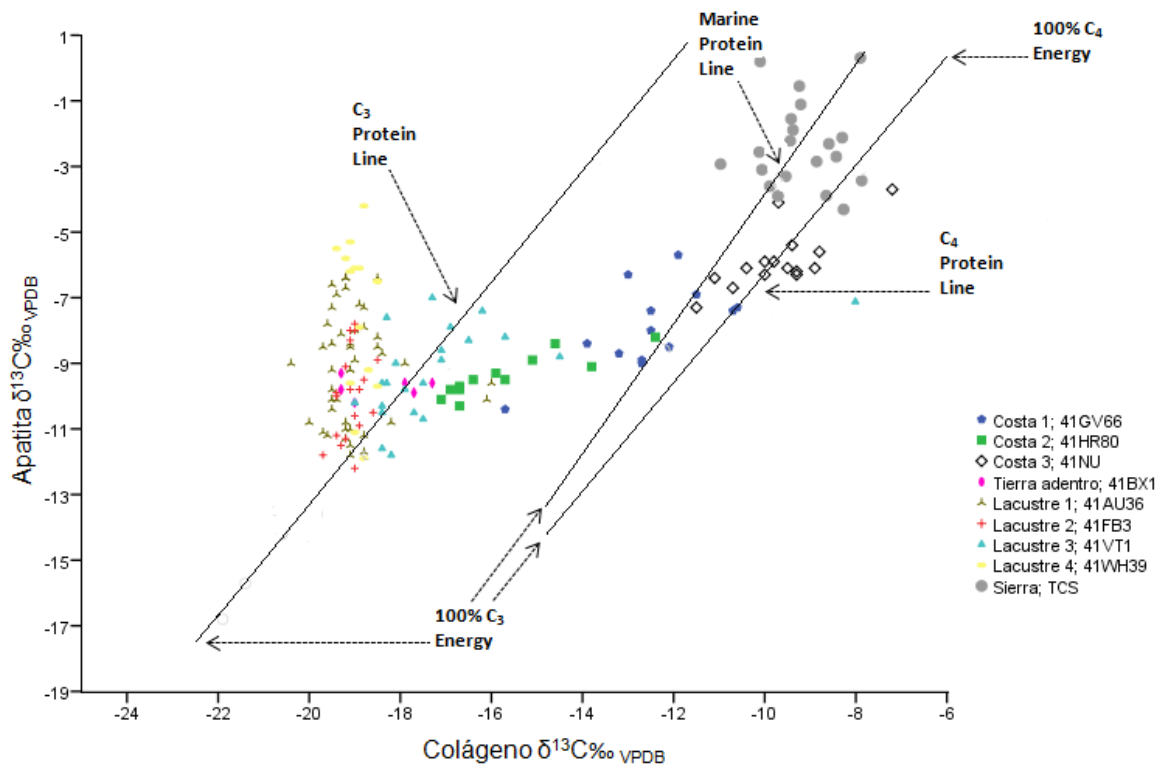
En este sentido, para una mejor interpretación de las relaciones entre el  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita entre los grupos, éstas fueron analizadas considerando: (a) la diferencia o el espaciamiento entre los valores de carbonato y de colágeno; (b) la correlación entre los valores; y (c) la distribución de carbonato y colágeno en relación con tres líneas de regresión modelados por Kellner y Schoeninger (2007). En este punto, se debe señalar que el espaciamiento entre el valor de la  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita, es la diferencia relativa entre ambos con un valor de alrededor de 4.4‰ (De Niro *et al.* 1978). Dicho de otro modo, cuando el valor de la fuente de energía es elevado en  $\delta^{13}\text{C}$  en comparación con la fuente de proteína, significa que el espacio entre el carbonato y el colágeno es mayor, por su parte, si el valor del espaciamiento de la fuente de energía es bajo, el espacio entre la  $\delta^{13}\text{C}$  para el colágeno y la apatita resulta ser menor. El modelo bivariado representa mejor dichas relaciones, empleando tres líneas de regresión que muestran constante el tipo de fuentes de proteína  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  o marina, mientras de forma variada el tipo de energía  $\text{C}_3$  a  $\text{C}_4$ . Por lo tanto, el extremo inferior de cada línea representa una dieta que consta de 100 % de energía  $\text{C}_3$  y los extremos superiores, representan una dieta total 100 % de energía  $\text{C}_4$ .

El espacio entre la  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita en los sitios de la costa, presentaron un intervalo de 2.8 a 7.1‰ con una media de 4.8‰ ( $s=1.3$ ,  $\text{RQ}=2.5\text{‰}$ ,  $n=40$ ), por lo que existe una estrecha correlación ( $r_p=.914$ ,  $p=.000$ ). Los sitios lacustres o ribereños, muestran un intervalo de .9 a 10.7‰ con una media de 7.8‰ ( $s=2.1$ ,  $\text{RQ}=2.9\text{‰}$ ,  $n=100$ ), por lo que

en este caso, no se puede hablar de una correlación lineal ( $r_p=.116$ ,  $p=.251$ ). Por su parte el grupo de tierra adentro, presenta un rango de 7.7 a 10‰ con una media de 8.6‰ ( $s=.9$ ,  $RQ=1.4‰$ ,  $n=6$ ), de igual forma no se encuentra una asociación lineal ( $r_p=.034$ ,  $p=.949$ ). Finalmente en la Sepultura tenemos un intervalo de 4.0 a 10.3‰, con una media de 6.8‰ ( $s=1.5$ ,  $RQ=1.9‰$ ,  $n=20$ ), en este caso también la media resultó mayor a 4.4‰, por lo que el coeficiente de correlación no es lineal ( $r_p=.015$ ,  $p=.949$ ) entre la  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita de estos individuos. Lo anterior explica el tipo de dispersión observado, mismo que veremos a continuación.

Como se puede comprobar, en los sitios costeros la proteína marina está contribuyendo principalmente a los valores de colágeno de las mismas fuentes que están proporcionando a los valores de la apatita, entre estos tenemos el consumo de peces y moluscos estuarios como marinos, así como plantas  $\text{C}_4$  y animales terrestres en menor medida. Por su parte, los sitios lacustres, ribereños y de la sierra forman una matriz vertical, esto debido a que la variabilidad en el nivel de las plantas  $\text{C}_3$  y  $\text{CAM}/\text{C}_4$  en las dietas, son el componente principal de los valores  $\delta^{13}\text{C}$  del carbonato. El sitio representante de la zona tierra adentro forma una especie de conglomerado, ya que la ingesta de proteína y energía  $\text{CAM}/\text{C}_4$ , es consistente con la incorporación en menor proporción de fuentes de proteína  $\text{C}_3$ . En el caso de la Sepultura, ocurre algo similar, ya que vistos en su conjunto, la proteína  $\text{CAM}/\text{C}_4$ , presentan valores mucho más altos, a diferencia de la correlación lineal en el  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita respecto a las poblaciones costeras, sin embargo, se ubica hasta el otro extremo, donde las mayores fuentes de energía se parecen al de una totalidad de recursos marinos y plantas  $\text{C}_4$ . Aunque es posible que estén contribuyendo sólo en una pequeña fracción al  $\delta^{13}\text{C}$  de la apatita, lo que sí es un hecho, es que las variaciones verticales del

$\delta^{13}\text{C}$  en la apatita, sugieren que las fuentes de proteína de las plantas y animales  $\text{C}_3$ , CAM y  $\text{C}_4$ , están presentes en los carbonatos en una amplia variedad. Lo anterior se ilustra en la gráfica 21, donde los sitios de las zonas lacustres y tierra adentro, junto con el sitio denominado Costa 2, traslapan sobre la línea  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_4$ , mientras los otros sitios de la costa lo hacen sobre las líneas de proteína marina y  $\text{C}_4$ , donde la Sepultura se va completamente hasta el extremo de proteína marina y 100% energía  $\text{C}_4$ , no quedando claro en qué grado se pueden encontrar integrados a su dieta (Gráfica 21).



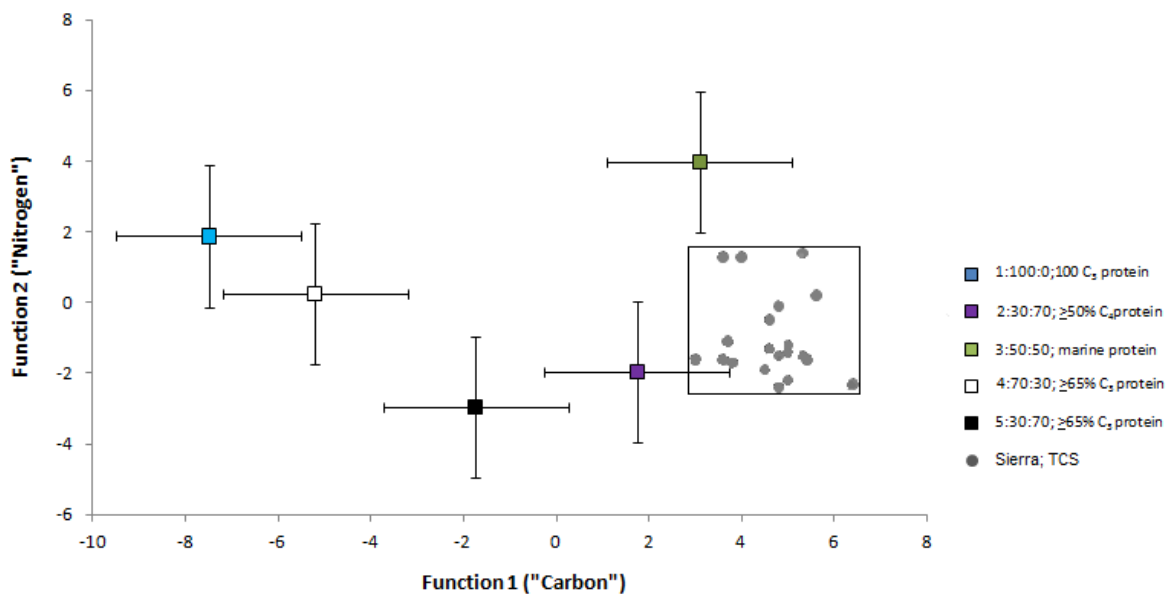
Gráfica 21. Modelo de regresión lineal entre  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita (Kellner *et al.* 2007) en las diferentes zonas de la llanura costera del golfo respecto a las de la cueva de la Sepultura.

Lo que si podemos deducir, es que las fuentes de energía de la apatita tanto de los sitios lacustres, tierra adentro y la sierra, son más variables que las que integran el colágeno como sucede para los sitios de la costa, lo que es congruente con los valores de las plantas y

animales en fuentes de proteína C<sub>3</sub>, CAM/C<sub>4</sub> en las diferentes zonas. Para la Sepultura podemos inferir un mezcla de este tipo de recursos, como pueden ser derivados del mezquite (*Prosopis g.*), lechuguilla (*Agave l.*), sotol (*Dasyilirion sp.*) yucas (*Yucca f.*) y frutos de las cactáceas como el nopal (*Opuntia sp.*) y biznagas (*Fcactus p.*), además de animales terrestres como liebres (*Sylvilagus f.*), venados (*Odocoileus v.*) y aves como la codorniz (*Colinas v.*) o el correcaminos (*Geococcyx c.*). Respecto a las plantas C<sub>4</sub>, posiblemente el maíz (*Zea m.*) también está contribuyendo de manera importante en estos valores. Para intentar clarificar lo anterior, ya vimos que el modelo bivariado si bien permite establecer la relación entre las  $\delta^{13}\text{C}$  del colágeno y la apatita, diferencia muy poco entre las líneas de proteína marina y energía C<sub>4</sub>, por lo que el uso de funciones discriminantes es de gran ayuda para abordar este problema, pues se incorpora el dato del  $\delta^{15}\text{N}$ .

En este sentido, se calcularon las principales funciones discriminantes (*F1* y *F2*) de la Sepultura, así como los promedios (centroides) de las cuatro zonas en cuestión, en relación a los cinco grupos de dietas bien caracterizadas (Conglomerados) gracias a trabajos previos en animales experimentales como en su hábitat natural (Froehle *et al.* 2012). En la Sepultura para el carbono (*F1*), se tiene un intervalo variable de 3.0 a 6.4‰ con una media de 4.6‰ (*s*=.8, RQ=1.2, n=20), mientras para el nitrógeno (*F2*), en un rango de -2.4 a 1.4‰ con una media de -.9‰ (*s*=1.1, RQ=-1.2, n=20). Como se puede apreciar, la variabilidad para ambas funciones es dentro de lo esperado, situándose en el extremo derecho del Conglomerado 2 con un centroide delimitado por dos desviaciones estándar de la media; 30:70 C<sub>3</sub>: C<sub>4</sub> dieta, >50% C<sub>4</sub> proteína. Este dato, ayuda a diferenciar en qué proporción la alimentación de los individuos de la Sepultura, están incorporando en la dieta

total, aproximadamente un 70% de proteína C<sub>4</sub> con un 30% de C<sub>3</sub>, con alrededor un 50% de proteína dietética. Sin embargo, las muestras 5, 15 y 16, se acercan relativamente al Conglomerado 3 con un centroide delimitado por dos desviaciones estándar de la media; 50:50 C<sub>3</sub>: C<sub>4</sub> dieta, proteína marina. Estos individuos son los que muestran valores más altos en  $\delta^{15}\text{N}$  diferenciándose de manera importante los demás, por integrar en algún momento de su vida recursos marinos, posiblemente tanto de origen lacustre o ribereños y/o marinos, o bien, en el caso de la muestra 5, se encuentra afectada por los niveles tróficos propios de la edad temprana del individuo. De igual forma, es posible plantear que los sujetos más alejados del centroide del Conglomerado 2 delimitado por dos desviaciones estándar de la media; 30:70 C<sub>3</sub>: C<sub>4</sub> dieta, >50% C<sub>4</sub> proteína, están incorporando menos porcentaje en su dieta total de fuentes de proteína C<sub>3</sub>, es decir, una mayor presencia de C<sub>4</sub> (Gráfica 22).



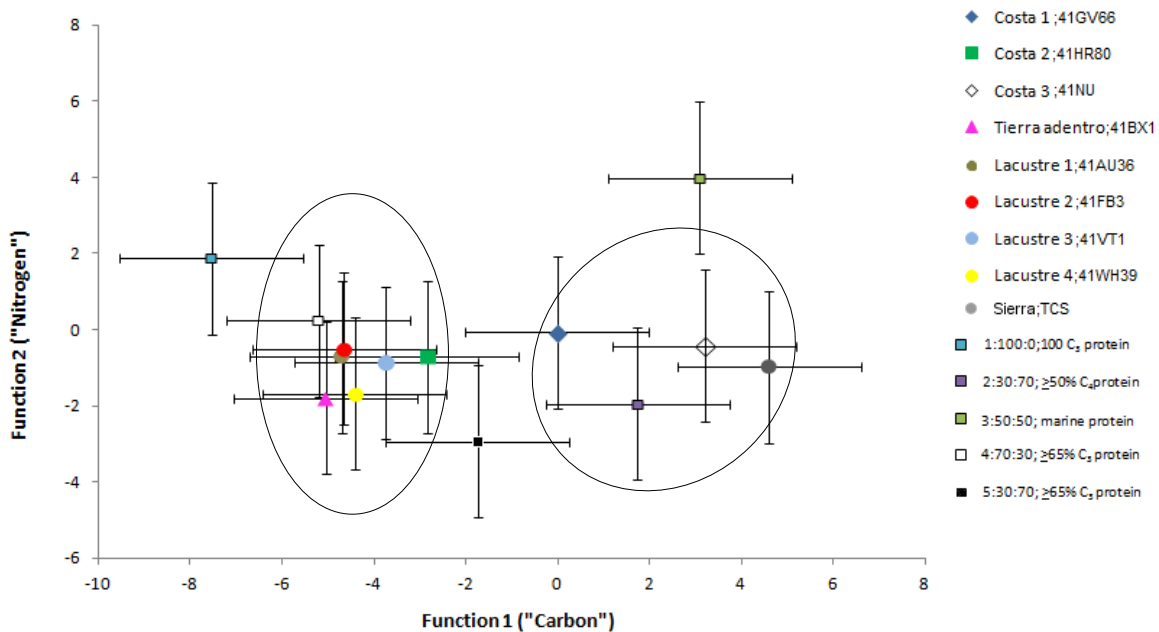
Gráfica 22. Modelo multivariado (Clústeres) de diferentes dietas (Froehle *et al.* 2012) y los valores individuales de las funciones discriminantes de la Sepultura: 1) 100% C<sub>3</sub> proteína/dieta; 2) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta,



>50% C<sub>4</sub> proteína; 3) 50:50 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, proteína marina; 4) 70:30 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína; 5) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína.

En la gráfica 23, se presentan los promedios respecto a los centroides de los Conglomerados 1, 2,3, 4 y 5 delimitados por dos desviaciones estándar de la media frente a las diferentes zonas, ratificando que las poblaciones más variables en sus fuentes de proteína total con respecto a la proteica, siguen siendo las correspondientes las áreas lacustres o ribereñas ( $t=-16.980$ ,  $gl=99$ ,  $p<.000$ ), tierra adentro ( $t=-15.419$ ,  $gl=5$ ,  $p<.000$ ) y los de la sierra ( $t=16.279$ ,  $gl=19$ ,  $p<.000$ ), a diferencia de los de la costa en la que existe asociación ( $t=6.91$ ,  $gl=39$ ,  $p<.099$ ). Dicho de otro modo, la relación entre el nitrógeno y el carbono tanto de apatita como de colágeno ( $F1$  y  $F2$ ), se mantiene para los grupos de las zonas lacustres, tierra adentro y la sierra como se ha venido planteando, diferenciando de manera más eficiente las proporciones de fuentes de proteína en los grupos de la costa.

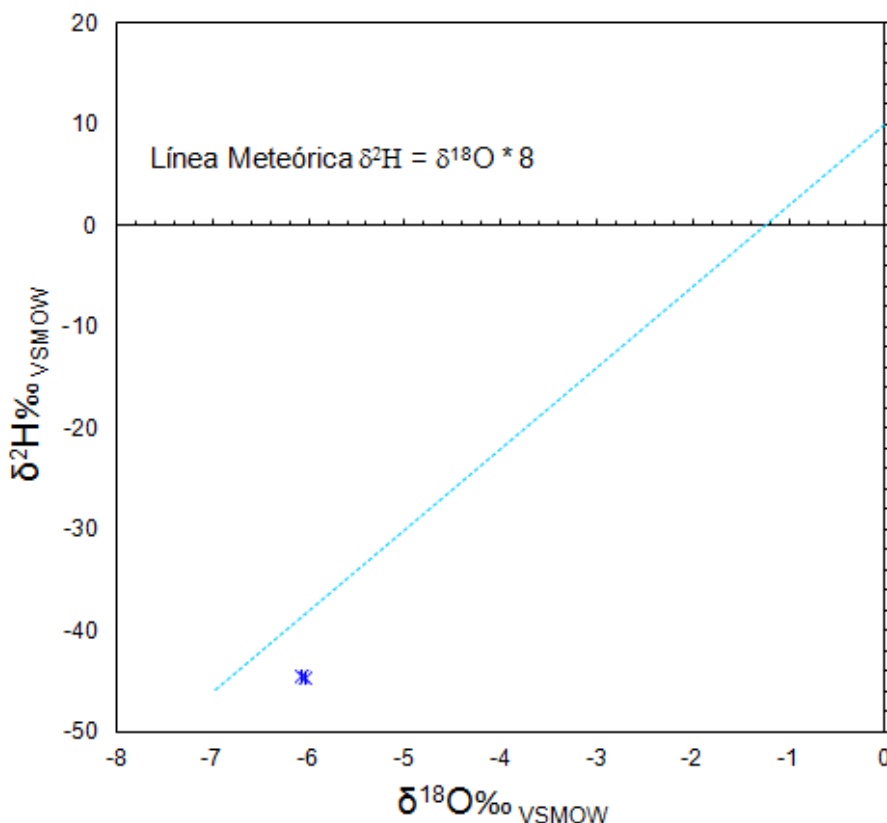
En este modelo, queda establecido que las zonas de tierra adentro y lacustres, quedan muy cerca del Conglomerado 4 con un centroide delimitado por dos desviaciones estándar de la media; 70:30 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína, mientras el sitio Costa 2 del Conglomerado 5 con un centroide delimitado por dos desviaciones estándar de la media 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína. Por su lado Costa 1 y 2 se asocian al Conglomerado 2 delimitado por dos desviaciones estándar de la media; 30:70 C<sub>3</sub>: C<sub>4</sub> dieta, >50% C<sub>4</sub> proteína, siendo los más parecidos en sus fuentes alimentarias con la sierra acomodándose mejor por encima en nivel trófico, lo que es consistente con dietas altas en recursos marinos.



Gráfica 23. Modelo multivariado (Clústeres) de diferentes dietas (Froehle *et al.* 2012) y los valores promedio de las funciones discriminantes de las cuatro zonas: 1) 100% C<sub>3</sub> proteína/dieta; 2) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, >50% C<sub>4</sub> proteína; 3) 50:50 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, proteína marina; 4) 70:30 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína; 5) 30:70 C<sub>3</sub>:C<sub>4</sub> dieta, ≥65% C<sub>3</sub> proteína.

Para el caso particular de la Sepultura esto es relevante, pues en algunos sujetos el patrón de distribución de las fuentes de proteína marina o dulceacuícola es sugerente, lo que puede indicar algún patrón de movilidad entre zonas lacustres o ribereñas y la costa. Para sustentar la hipótesis expuesta, sobre la cuestión de cómo algunos sujetos de la Sepultura efectivamente están integrando recursos acuáticos a sus dietas, podemos acercarnos a observar lo que sucede con los isótopos de oxígeno. Al igual que con el análisis de los carbonatos en la apatita, ésta provee información sobre el agua consumida, lo que ayuda a inferir movimientos humanos en diferentes zonas dependiendo la altitud y la latitud (Morales *et al.* 2012). En la gráfica 24, se presenta la línea de agua meteórica con los datos  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  y  $\delta^{18}\text{H}_{\text{VSMOW}}$  del agua procedente del Arroyo loco ubicado en la localidad de

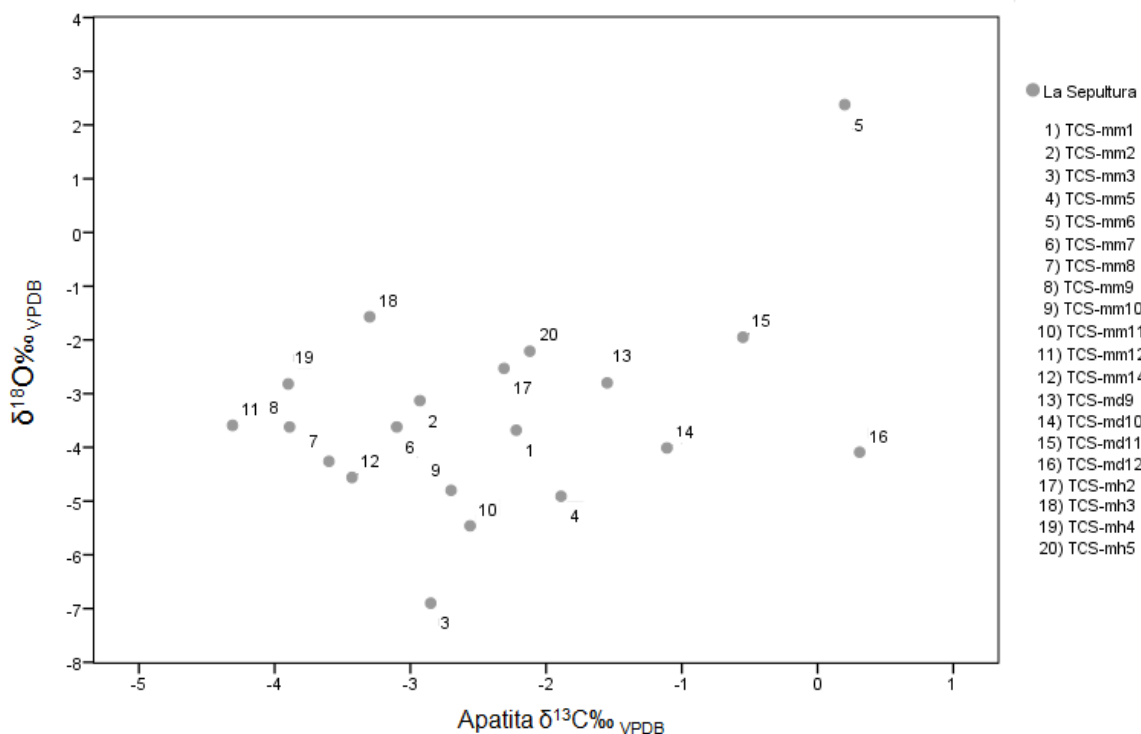
Tula, Tamaulipas. En esta se puede apreciar, la correlación lineal que indica la altitud promedio en la que se ubica la zona de la cueva de la Sepultura. Este valor corresponde a una media de  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  de -6.0‰ y para el  $\delta^{18}\text{H}_{\text{VSMOW}}$  una media de -44.4‰.



Gráfica 24. Línea de agua meteórica con los datos  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  y  $\delta^{18}\text{H}_{\text{VSMOW}}$  del Arroyo loco Tula, Tamaulipas.

Los sujetos de la Sepultura presentan valores individuales de  $\delta^{18}\text{O}$  en un rango de -9 a -3‰ con una media de -6.2 ( $s=1.9$ ,  $\text{RQ}=1-65$ ,  $n=20$ ), lo que se aproxima a la media del agua colectada en Tula, por lo tanto, podemos sugerir que la mayoría de sujetos mantuvieron un patrón de movilidad restringida en la región (Gráfica 25). Sin embargo, para interpretar a detalle la dispersión de los datos individuales, se han trazado dos líneas paralelas en el eje de los carbonatos con un intervalo de  $\delta^{18}\text{O}$  de -6.5 a -8.5‰ y otra en el eje del  $\delta^{18}\text{O}$  del

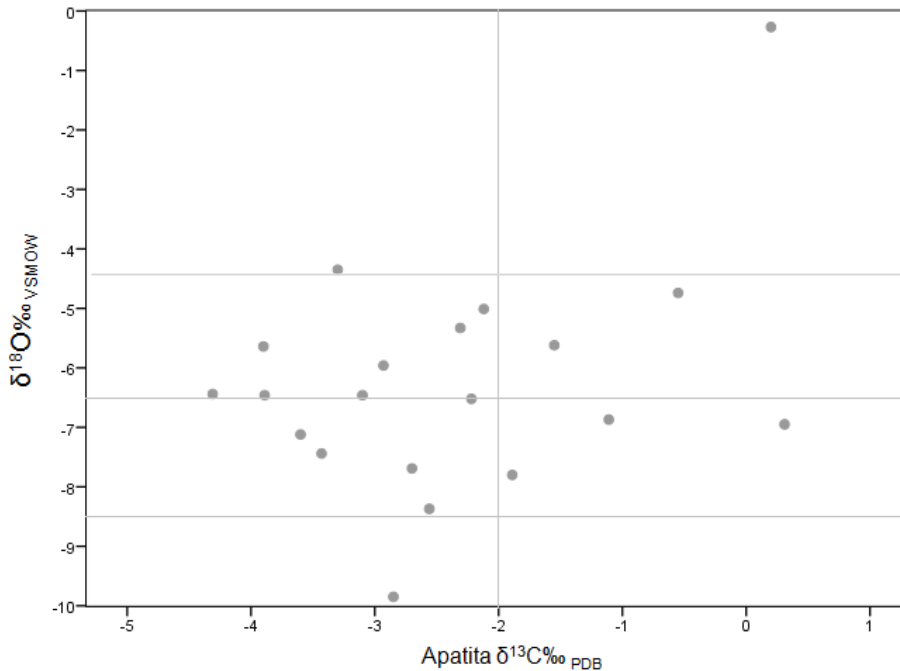
agua en equilibrio de  $\delta^{13}\text{C}$  con un valor de  $-2\text{‰}$ . En los cuadrantes superiores, tenemos varios sujetos que en algún momento de sus vidas, se movilaron fuera del área de Tula en zonas de altitud menor, de hecho en el cuadrante superior derecho, tenemos un individuo que en caso de no verse afectado por diagénesis, la muestra sugiere creció probablemente a nivel del mar.



Gráfica 25. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  de la apatita en la cueva de la Sepultura.

En los cuadrantes intermedios, encontramos que la mayoría de los individuos pasaron gran parte de su vida en los alrededores del área de Tula, destacando otro individuo que sugiere provenir de una zona incluso de mayor altitud (Gráfica 26). Excepto la muestra 3, la mayoría de los casos tienen su equivalente con los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  del agua en equilibrio y de  $\delta^{13}\text{C}$  de los venados arqueológicos, mismos que se ubican de igual forma en entornos de mayor altura, lo que es de esperarse para la zona de la sierra (Gráfica 27). Esta información

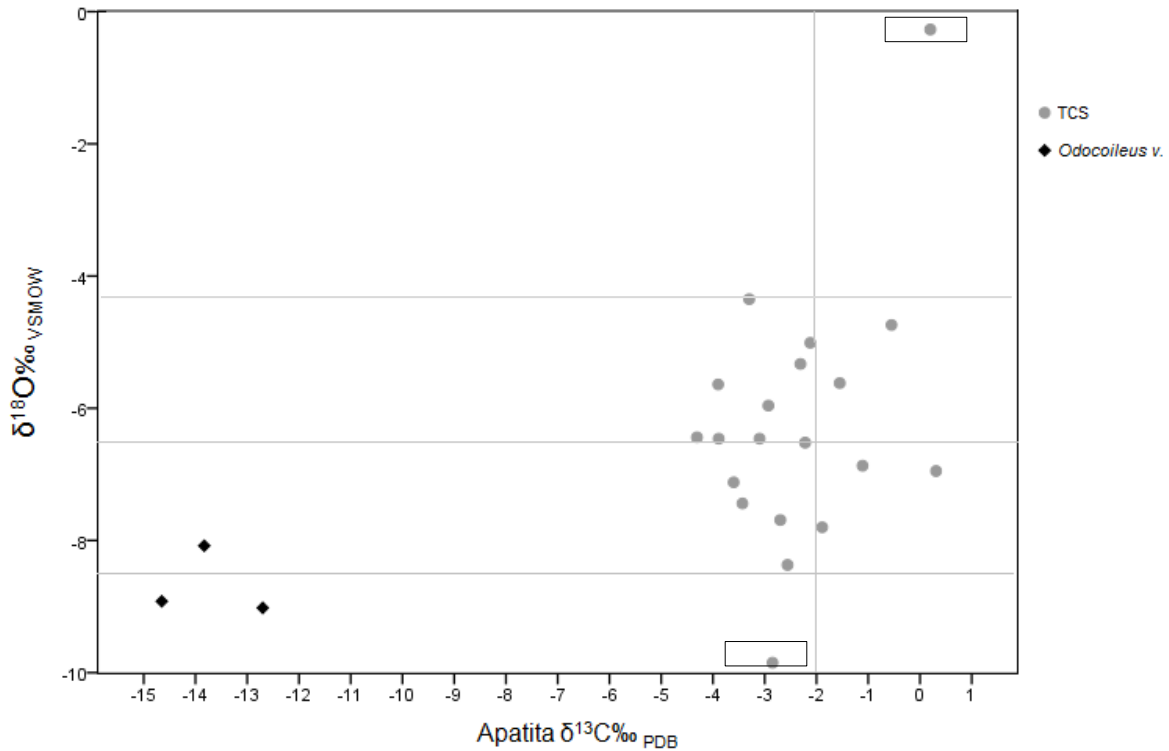
sugiere que el grupo de la sierra, mantuvo al igual que los grupos de cazadores-recolectores-pescadores de la llanura costera del golfo al norte un patrón de movilidad restringido, a pesar de sugerir cierta movilidad entre las zonas serranas a la costa, pasando por diferentes entornos lacustres y ribereños.



Grafica 26. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  de la apatita, que muestran el patrón de movilidad en los individuos de la cueva de la Sepultura.

Debemos recordar, que el trayecto de la Sierra Madre oriental a la zona de la costa en el sur de Tamaulipas, está interrumpida parcialmente por el sistema de elevaciones de la Sierra de Tamaulipas entre valles que circundan diferentes cuerpos de agua y ríos que se desembocan a la costa del golfo de México. Estos datos, coinciden con la variabilidad en los patrones de fuentes de recursos que proporcionan proteína vegetal y animal, tanto terrestre como marina  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  y CAM en sus diferentes proporciones observados en el análisis de isótopos

estables del  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , procedente del colágeno y apatita de los huesos y dientes de este grupo.



Gráfica 27. Valores individuales de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  y  $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$  de la apatita de fauna arqueológica y los individuos de la cueva de la Sepultura.

De este modo, para contar con mayores elementos de juicio que permitan hablar de que efectivamente el grupo de la Sepultura, se caracterizaba por emplear una dieta mixta con variaciones según el patrón de movilidad restringido, se requiere un análisis intraespecífico, mismo que daría luz sobre estos problemas. Mientras tanto, la información hasta aquí expuesta queda interpretada a nivel intergrupar, destacando que los individuos de la Sepultura muestran un patrón de dispersión en sus valores de isótopos estables, mucho más altos que otro tipo de poblaciones de cazadores-recolectores-pescadores de la llanura

costera del golfo, por lo que vale la pena planear desde aquí, diferentes hipótesis de trabajo relacionados con el problema de la transición y coexistencia con la agricultura.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación, ha logrado reunir información sobre las características isotópicas más sobresalientes de algunos de los grupos asentados en el suroeste de Tamaulipas alrededor de finales del *Arcaico medio*. La interpretación de sus prácticas funerarias, que consisten básicamente en el uso de cuevas mortuorias, así como de su organización social, basado en cierto nivel de movilidad, corroborado justamente por lo planteado en otros trabajos (Arias *et al.* 2012), han identificado parte de los procesos de apropiación y procuración de recursos alimenticios. Estos consistieron en la determinación de los porcentajes específicos de una diversidad de fuentes de proteína vegetal y animal, tanto terrestre como hídricas, muy características de las poblaciones prehispánicas del Norte de México. Más interesante resulta aún, la sugerencia de que estos grupos ubicados temporalmente para la fase *Mesa del Guaje*, incorporaban a su dieta el maíz como un recurso básico, el cual nos habla que en esta zona del país, tenemos focos importantes de los procesos de convivencia de los cultivos de baja intensidad, con los de mayor escala.

El área de Ocampo y Tula, son de los pocos municipios de Tamaulipas donde se han llevado a cabo estudios arqueológicos desde el punto de vista de la antigüedad botánica. De ahí el interés de MacNeish, por intentar descifrar los elementos intrínsecos que dieron lugar a la agricultura en México. Si bien, la información que recaba lo lleva a buscar una mayor antigüedad en dichos procesos hacia otras regiones, como son a los grandes valles de Tehuacán en Puebla y Oaxaca, es aquí donde las características ecológicas y geográficas

que presenta el estado, se prestan favorablemente para indagar sobre aquel proceso tan interesante como es el descubrimiento y adopción de este fenómeno, que forma parte de la cultura universal humana. Los resultados a los que llegamos con este estudio, permiten aportar datos hacia una comprensión mucho más amplia, de los grupos tradicionalmente vistos como cazadores-recolectores, los cuales histórica y conceptualmente, han sido relegados generalmente a un nivel inferior en aquella supuesta escala de evolución cultural.

Lo que se corrobora aquí, es que arqueológicamente, diferentes grupos humanos con formas de organización basados en los ritmos estacionales para hacerse de recursos, incluyeron también en grados variados el maíz que por definición, es una planta que resulta de la selección precedida por la intervención del hombre. Por lo tanto, es posible afirmar que también jugó un papel importante en este tipo de sociedades, que considerando el devenir de sus propios procesos históricos, influyó a grados variados su cosmovisión y formas de expresar sus pautas culturales. En otras palabras, los materiales analizados aquí, ilustran de una manera detallada, la presencia de lo que muchos manejan como el elemento capital en el periodo de la transición del nomadismo al sedentarismo, el cual en los esquemas lineales tradicionales, resulta una visión simplista y generalizadora por los vacíos y prejuicios personales a los que se puede llegar al enfrentarnos al registro arqueológico y etnohistórico. Lo que queremos decir, es que dicha transición si es que existe, parece excluir de sus argumentos la posibilidad de convivencia entre dos maneras distintas de aprovechamiento de este recurso.

Desde nuestro punto de vista, esta información resulta sugerente, en cuanto la discusión inherente al problema de los procesos históricos de las economías mixtas que se venían desarrollando en el suroeste de Tamaulipas a final del *Arcaico medio*, pues a pesar de



encontrarse en una fase donde se da por hecho que la agricultura ya ocupaba un elevado porcentaje con una amplia variedad en la dieta con la integración de diferentes cultivos, descartamos la posibilidad de que esto necesariamente esté influyendo en un cambio puntual para la sedentarización en la zona. Dicho de otro modo, no se abandona de ningún modo la caza y la recolección, por lo que cuando hablamos de la interacción entre *Mesoamérica* septentrional y el Norte de México, nos referimos más bien a la interacción entre dos formas diferentes de apropiación de recursos. Lo anterior se plantea aquí, ya que pesar de que para ese entonces se viene dando un gran desarrollo de las sociedades sedentarias tanto en el sur como en la Sierra Tamaulipas, las características de este grupo, continúan pareciéndose más a las de la fase anterior, explicado a partir de la ausencia de material cerámico, estructuras evidentes así como de su dieta.

Es decir, el alto porcentaje de plantas C<sup>4</sup> que se puede atribuir al consumo de maíz en estos grupos, viene acompañado de la mezcla de otro tipo de recursos que no necesariamente están indicando -al menos hasta este momento- un paso directo a la agricultura. Por lo tanto, esto se verá reflejado en las definiciones conceptuales de la interacción entre nómadas y sedentarios. Es decir, los grupos sedentarios que involucran la agricultura de mayor intensidad, efectivamente están interactuando con aquellos que muestran cultivos de baja intensidad, lo que supone que los procesos de sedentarización en la zona deben buscarse en otras directrices culturales. Por ejemplo, queda pendiente establecer entonces, si dicha interacción respondió también a pautas de comercio o intercambio, en el que se involucran también procesos de mestizaje, como lo indica la diversidad biológica y cultural encontrada hasta este momento, por lo que se requiere mayor investigación interdisciplinaria para completar los argumentos hasta aquí expuestos.

Para finalizar, resulta indispensable contar con mayor información isotópica de otras poblaciones y zonas ecológicas, pues como se vio en este estudio, los parámetros de comparación resultan relativos al no tener modelos de referencia locales propios. Por lo tanto para seguir ampliando la discusión sobre el problema plantado aquí, es conveniente estudiar las composiciones isotópicas y genéticas de grupos nómadas y sedentarios contemporáneos, es decir, que compartan el mismo periodo específico en aquella supuesta convivencia.

## BIBLIOGRAFÍA

Abad, Susana

2006 Arqueología de la muerte. Algunos aspectos teóricos y metodológicos, *Historae*, 31-23.

ADRIANO-MORÁN, CARMEN CRISTINA Y DIANA MATÍNEZ YRÍZAR

s/f Análisis preliminar de los materiales botánicos de la cueva de la Sepultura, Tamaulipas, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

AGUIRRE, SAMUDIO ANA J., BLANCA Z. GONZALEZ SOBRINO, LILIA SOLÍS ARRIETA, ALEJANDRO TERRAZAS MATA, ANNICK DANEELS VERRIEST, CARLOS SERRANO SÁNCHEZ, ABIGAIL MEZA PEÑALOZA Y GUSTAVO RAMÍREZ CASTILLA

2011 Estandarización de metodologías de ADN antiguo y sus aportaciones al estudio biocultural de poblaciones prehispanicas, *Anales de Antropología*, 45, 33-50.

AMBROSE, S. Y L. NORR

1993 Experimental evidence for the relationships of the carbon stable isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate, J. Lambert y G. Grupe (Eds.) *Prehistoric human bone: archaeology at the molecular level*, Springer-Verlag, Berlin: 1-38.

AMBROSE, STANLEY

1993 Isotopic analysis of paleodiets: Methodological and interpretative considerations, M. K. Sandford (Ed.) *Investigations of ancient human tissue: Chemical analysis in anthropology*, Gordon and Breach Science, Langhorne, PA: 59-129.

AMBROSE, STANLEY Y MICHAEL DE NIRO

1986 Reconstruction of african human diet using bone collagen, carbon and nitrogen isotopes ratios, *Nature*, 319, 321-324.

AQUINO, LOURDES Y JAIME ORTEGA

2004 Los entierros de Tábuco. Municipio de Tuxpan, Veracruz, Y. Lira López y C. Serrano Sánchez (Eds.) *Prácticas funerarias en la costa del golfo de México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, Universidad Veracruzana, México.

ARIAS, LÓPEZ JOSÉ MANUEL Y JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ

2012 Microadaptación de grupos paleoamerindios en el Noreste de México; Dinámica funcional del fémur y su relación con las estrategias de subsistencia, VI Simposio Internacional Hombre Temprano en América. Pereira-Armenia-Manizales, Colombia.

AVELEYRA, ARROYO DE ANDA LUIS, MANUEL KOERDELL MALDONADO Y PABLO MARTÍNEZ DEL RÍO

1956 *Cueva de la Candelaria*, INAH-SEP, México.

BAUTISTA, MARTÍNEZ JOSEFINA, ALBERTINA ORTEGA PALMA Y JORGE GÓMEZ VALDÉS

2004 Marcas de roedores en cráneos de las Banquetas, Chiapas, *Caninde; Revista del Museo de Arqueología de Xingó*, 4, 211-227.

BENDER, M. M., D. A. BEAERRIES Y R. L. STEVENTON

1981 Further light on carbon isotopes and Hopewell agriculture, *American Antiquity*, 46, 346-353.

BINFORD, LEWIS

1971 Mortuary practices, J. Brown (Ed.) *Approaches to the social dimensions of mortuary practices*, *Memoirs of the Society for American Archaeology*, 6-29.

BLAIR, FRANK W.

1950 The biotic province of Texas, *Texas Journal of Science*, 2 (1), 102-103.

BLAKELY, ROBERT (Ed.)

1977 *Biocultural adaptations in prehistoric America*, University of Georgia Press,

BOTELLA, MIGUEL C., INMACULADA ALEMÁN Y SILVIA A. JIMÉNEZ

2000 *Los huesos humanos, manipulación y alteraciones*, Bellaterra, España.

BRANIFF, BEATRIZ

2000 Sistemas agrícolas prehispánicos en la Gran Chichimeca, M. A. Hers, J. L. Mirafuentes, M. Soto y M. Vallebuena (Eds.) *Nómadas y sedentarios en el Norte de México. Homenaje a Beatriz Braniff*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 127-142.

BROCK, F., C. BRONK Y T. HIGHAM

2007 Quality assurance of ultrafiltered bone dating, *Radiocarbon*, 49, 187-192.

BROTHWELL, DON

1987 *Desenterrando huesos; La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano*, Fondo de Cultura Económica, México.

BROWN, TERRY Y KERRY BROWN

2011 *Biomolecular Archaeology: An Introduction.* , John Wiley-Blackwell,

BUIKSTRA, JANE

1977 Biocultural dimensions of archaeological study. A regional perspective, R. Blakely (Ed.) *Biocultural adaptation in prehistoric America*, University of Georgia Press, Athens: 67-84.

1981 Mortuary practices, palaeodemography and palaeopathology: a case study from the Koster site (Illinois), R. Chapman, I. Kinnes y K. Randsborg (Eds.) *The Archaeology of death*, Cambridge University Press, Cambridge, UK: 123-132.

BUIKSTRA, JANE Y LANE A. BECK

2006 *Bioarchaeology. The contextual analysis of human remains*, Elsevier, USA.

BUIKSTRA, JANE Y DOUGLAS UBELAKER

1994 *Standards of data collection from human skeletal remains*, Archaeological Survey Research, Arkansas.

CARO, GÓMEZ JOSÉ ANTONIO, GENARO ÁLVAREZ GARCÍA, RAFAEL CÁMARA ARTIGAS, JOSÉ MOLINA RODRÍGUEZ, JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ, TONANTZIN SILVA CÁRDENAS Y CARLOS VANUETH PEREZ SILVA

2012 Estudio geoarqueológico de cuevas mortuorias en Tamaulipas; Análisis e interpretación de los restos materiales, bioculturales y paleoambientales. Resultados preliminares de la campaña 2011-2012, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España.

CASAR, ISABEL, PEDRO MORALES, EDITH CIENFUEGOS, LINDA MANZANILLA Y FRANCICO OTERO

(EN PRENSA) Paleodiet Reconstruction based on Carbon and Nitrogen Isotopes of Teeth from Burials in Teopancazco, a Teotihuacan Neighborhood Center. Capítulo 4

CASTRO, MEDINA INDALECIO Y GALVÁN ISABEL CASTRO (Eds.)

2012 *Edmundo Castro Núñez; Pinturas rupestres, Sierra de Tamaulipas, México*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria.

COMAS, JUAN

1983 *Manual de antropología física*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México, D. F.

COPLEN, T. B., J. A. HOPPLE, J. K. BÖHLKE, H. S. PEISER, S. E. RIEDER, K. J. KROUSE, K. J. R. ROSMAN, T. DING, R. D. VOCKE JR., K. M. RÉVÉSZ, A. LAMBERTY, P. TAYLOR Y P. DE BIÉVRE

2002 Compilation of minimum and maximum isotope ratios of selected elements in naturally occurring terrestrial materials and reagents, U. S. Department of the Interior. U. S. Geological Survey, Reston, Virginia.

CRAIG, H.

1953 The geochemistry of the stable carbon isotopes, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 3, 53-92.

CRESPO, EDWIN

2000 Estudio comparativo biocultural entre dos poblaciones prehistóricas en la Isla de Puerto Rico: Punta Candelero y Paso del Indio, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

CRUZ, FLORES SANDRA

2000 Cuevas con ocupación prehispánica en el Norte de México: Dos estudios de caso en el Sureste de Durango, Escuela Nacional de Antropología eHistoria, México.

CRUZ, FLORES SANDRA Y BUTRÓN AGUSTÍN ORTIZ

2007 Estudio de áreas de actividad en la cueva del Indio, Durango: Una aproximación interdisciplinaria, *Anales de Antropología*, 41, 11-39.

CHATTERS, JAMES C., J. DOUGLAS KENNETT, YEMANE ASMERON, BRIAN M. KEMP, VICTOR PLYAK, ALBERTO NAVA BLANK, PATRICIA A. BEDOWS, EDWARD REINHARDT, JOAQUÍN ARROYO CABRALES, DEBORAH A. BOLNICK, RIPAN S. MALHI, BRENDAN J. CULLETON, PILAR LUNA ERREGUERENA, DOMINIQUE RISSOLO, SHANTI MORELL HARTH Y THOMAS W. STAFFORD JR.

2014 Late pleistocene human skeleton and mtDNA link paleoamericans and modern native americans, *Science*, 344 (6185), 750-754.

CHÁVEZ, BALDERAS XIMENA

2007 Huesos cremados: Materiales elocuentes, C. Serrano Sánchez y A. Terrazas Mata (Eds.) *Tafonomía, medio ambiente y cultura. Aportaciones a la antropología de la muerte*, Instituto de Investigaciones antropológicas-UNAM, México: 143-160.

DE BLASSE, ANTHONY F. Y ROBERT E. MARTIN

1981 *A manual of mammalogy, with keys to families of the world*, Brown Company, Dubuque Iowa.

DE LA TORRE, TORIBIO

1975 *Historia general de Tamaulipas*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria.

DE NIRO, MICHAEL

1985 Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction, *Nature*, 317, 806-809.

DE NIRO, MICHAEL Y SAMUEL EPSTEIN

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

1981 Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 45, 341-351.

DELGADO, AGUSTÍN

1991 Pipas de piedra de Cueva Vetada, San Luis Potosí, México, P. Dávila y D. Zaragoza Ocaña (Eds.) *Arqueología de San Luis Potosí*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 95-118.



DEVLIN, JOANNE B. Y NICHOLAS P. HERMANN

2008 Bone color as an interpretative tool of the depositional history of archaeological cremains, C. W. Schmidt y S. A. Symes (Eds.) *The analysis of burned human remains*, Elsevier, U. S. A.

DI PESO, CHARLES

1974 *Casas Grandes: A fallen trading center of the Gran Chichimeca*, North and Press Arizona, Arizona.

DIAMOND, JARED

2006 *Armas, gérmenes y acero; breve historia de la humanidad durante los últimos trece mil años*, Debate, Madrid.

DU SOLIER, WILFRIDO

1947 Sistema de entierros entre los huastecos prehispánicos, *Journal de la Société des Américanistes*, 34, 195-214.

DU SOLIER, WILFRIDO, ALEX D. KRIEGER Y JAMES GRIFFIN

1947 The archaeological zone of Buenavista, Huaxcama, San Luis Potosí, *American Antiquity*, 13 (1), 15-32.

DUDAY, HENRY

2000 Antropología biológica de campo; Tafonomía y arqueología de la muerte, E. Malvido, G. Pereira y V. Tiessler (Eds.) *El cuerpo humano y su tratamiento mortuorio*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Frances de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México: 91-126.

2009 *The archaeology of dead; Lectures in archaeoethanatology*, Oxbow Books, Oxford, UK.

EICKHOFF, S. Y B. HERRMAN

1985 Surface marks on bones from neolithic collective grave (Odgasen Saxony): A study on differential diagnostics, *Journal of Human Evolution*, 14, 263-274.

EKHOLM, GORDON F.

1943 Relations between middle america and southeast, *El norte de México y el sur de Estados Unidos*, 276-282.

1944 Excavations at Tampico-Panuco in the Huasteca, México, *Anthropologists Papers of the Natura History Museum*, XXXVIII (5), 321-509.

EMERY, KITTY F., LORI E. WRIGHT Y HENRY SHWARCZ

2000 Isotopic analysis of ancient deer bone: Biotic stability in collapse period Maya land use, *Journal of Archaeological Science*, 27, 537-550.

EUBANKS, MARY W.

2001 The mysterious origin of maize, *Economic Botany*, 55 (4), 492-514.

FAUGÈRE, BRIGITTE

2006 *Cueva de los Portales; Un sitio aracaico del norte de Michoacán, México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México.

2011 El hombre temprano en el centro-norte de México; Cueva del Platanal y Cueva de los Portales, Michoacán, J. C. Jiménez López, C. Serrano Sánchez, A. González González y F. J. Aguilar Arellano (Eds.) *IV Simposio Internacional El hombre temprano en América*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, Museo del Desierto, México: 35-50.

FLANNERY, KENT

1973 The origins of agriculture, *Annual Review of Anthropology*, 2, 271-310.

FRITZ, GAYLE J.

1995 New dates and data on early agriculture: The legacy of complex hunter-gatherers, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82 (1), 3-15.

FROEHLE, A. W., C. M. KELLNER Y M. J. SHOENINGER

2010 FOCUS: effect of diet and protein source on carbon stable isotope ratios in collagen: follow up to Warinner and Tuross (2009), *Journal of Archaeological Science*, 37, 2662-2670.

2012 Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet, *American Journal of Physical Anthropology*, 147, 352-359.

FUENTES, AGUSTÍN

2010 The new biological anthropology; bringing Washburn's new physical anthropology into 2010 and beyond -The 2008 APPA Luncheon Lecture, *Yearbook of Physical Anthropology*, 53, 2-12.

GARCÍA, PAYÓN JOSÉ

1979 La Huasteca, *Historia de México*, Salvat, México.

GARVIE-LOCK, S., T. VARNEY Y M. KATZENBERG

2004 Preparation of bone carbonate for stable isotope analysis: The effects of treatment time and acid concentration, *Journal of Archaeological Science*, 31, 763-776.

GÓMEZ, MEJÍA JULIANA

2012 Salud y cambio social; la bioarqueología y su potencial para interpretar el impacto biológico de la agricultura, *Boletín de Antropología Universidad de Antioquia*, 26 (43), 192-214.

GONZÁLEZ, ARRATIA LETICIA

2006 *La exploración de Edward Palmer en varias cuevas mortuorias de Coahuila en el siglo XIX*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

2007 *Historia y etnohistoria del Norte de México y la comarca lagunera*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

GONZÁLEZ, HERNÁNDEZ GALIA Y LAURA BERIMENDI OROSCO

2014 Reporte de resultados: Perfil bioantropológico de cazadores recolectores del Suroeste de Tamaulipas, Laboratorio Universitario de Radiocarbono. Universidad Nacional Autónoma de México, México

GONZÁLEZ, LICÓN ERNESTO Y LOURDES MÁRQUEZ MORFIN (Eds.)

2009 *Paradigmas y retos de la bioarqueología mexicana*, INAH-ENAH, México, D. F.

GONZÁLEZ, SOBRINO BLANCA ZOILA

2002 *El cuerpo como vestigio biológico, simbólico y social. Víctimas sacrificadas en el Templo de Quetzalcóatl en Teotihuacan*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

GOODMAN, ALLAN, DEBRA MARTIN AND GEORGE J. ARMELAGOS

1984 Indicators of stress from bone and teeth. En: Mark Nathan Cohen y George J. Armelagos (Eds.) *Paleopathology at the origins of agriculture*. Academic Press, Orlando Florida., pp. 13-50.

HAGLUND, WILLIAM D.

1997 Roedents and human remains, W. D. Haglund y M. H. Sorg (Eds.) *Forensic taphonomy the postmortem fate of human remains*, CRC, Boca Raton, USA: 405-414.

HAGLUND, WILLIAM D. Y MARCELA H. SORG

1997 Method and theory of forensic taphonomy research, W. D. Haglund y M. H. Sorg (Eds.) *Forensic taphonomy the postmortem fate of human remains*, CRC, Boca Raton, USA: 13-26.

HANSELKA, KEVIN

2008 Las cuevas de Ocampo en contexto: Investigación sobre el desarrollo del cultivo de plantas en el suroeste de Tamaulipas, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

2011 Prehistoric Plant Procurement, Food Production, and Land Use in Southwestern Tamaulipas, Mexico, Washington, Saint Louis, Missouri.

HARLAN, JACK R.

1971 Agricultural origins: Centers and noncenters, *Science*, 174 (4008), 468-474.

HARRINGTON, JUDITH Y ROBERT BLAKELY

1995 Bones in the basament; Bioarcheology of historic remains in nonmortuary contexts, A. L. Grauer (Ed.) *Bodies of evidence, reconstructing history through skeletal remains*, Wiley-Liss, New York: 105-119.

HARRISON, R. G. Y M. A. KATZENBERG

2003 Paleodiet studies using stable carbon isotopes from bone apatite and collagen: examples from Southern Ontario and San Nicolas Island California, *Journal of Anthropological Archaeology*, 22, 227-244.

HEDGES, R. E. M

2003 On bone collagen-apatite carbonate isotopic relationships, *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, 66-79.

HERNÁNDEZ ESPINOZA, OLGA PATRICIA

2006 *La regulación de la población en el México prehispánico*, CONACULTA-INAH, México, D. F.

HERNÁNDEZ, ESPINOZA OLGA PATRICIA, LOURDES MÁRQUEZ MORFIN Y ERNESTO GONZÁLEZ LICÓN (Eds.)

2008 *Tendencias actuales de la bioarqueología en México*, ENAH-INAH, México, D. F.

HERNÁNDEZ, HECTOR

2006 *La vida en los desiertos mexicanos*, Fondo de Cultura económica, México.

HERS, MARIE-ARETI Y MARÍA SOTO

2000 La obra de Beatriz Braniff y el desarrollo de la arqueología del Norte de México, M. A. Hers, J. L. Mirafuentes, M. Soto y M. Vallebuena (Eds.) *Nómadas y sedentarios en el Norte de México. Homenaje a Beatriz Braniff*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 15-31.

HESTER, THOMAS R., HARRY J. SHAFER Y KENNETH L. FEDDER

1997 *Field methods in archaeology*, Mayfield Publishing Company, USA.

HODDER, IAN

1994 *Interpretación en arqueología*, Corrientes Actuales, Barcelona.

HOWLAND, M. R., L. T. CORR, S. M. YOUNG, V. JONES, S. JIM, N. J. VAN DER MERWE, A. D. MITCHELL Y R. P. EVERSLED

2003 Expression of the dietary isotope signal in the compound-specific  $\delta^{13}\text{C}$  values of pig bone lipids and amino acids, *Journal of Osteoarchaeology*, 13, 54-55.

HUGHES, JACK T.

1947 An Archaeological Reconnaissance in Tamaulipas, Mexico, *American Antiquity*, 13 (1), 33-39.

HÜLS, M., P. GROOTES Y M. NADEAU

2007 How clean is ultrafiltration cleaning bone collagen?, *Radiocarbon*, 49, 193-200.

INEGI

1983 Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas, Secretaría de Programación y Presupuesto, México.

JIM, S., S. AMBROSE Y R. P. EVERSLED

2004 Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen, and apatite: implications for their use in paleodietary reconstruction, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 68, 61-72.

JIMÉNEZ, LÓPEZ JOSÉ C. Y ROCÍO HERNÁNDEZ FLORES

2011 Mujer de Texcal, J. C. Jiménez López, C. Serrano Sánchez, A. González González y F. J. Aguilar Arellano (Eds.) *IV Simposio internacional El hombre temprano en América*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, Museo del Desierto, México: 107-120.

JOHNSON, IMGARD W

1977 *Los textiles de la cueva de la Candelaria, Coahuila*, SEP-INAH, México.

KELLEY, J., C. CHARLES THOMAS Y S. DONALD LEHMER

1941 The association of archaeological materials with geological deposits in the Big Bend region of Texas, *Bulletin of the Sul Ross State Teachers College*, 21 (3).

KELLNER, CORINA M. Y MARGARET J. SCHOENINGER

2007 A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet, *American Journal of Physical Anthropology*, 133 (4), 1112-1127.

KIRCHHOFF, PAUL

1943 El Norte de México y el sur de Estados Unidos, Sociedad Mexicana de Antropología, Tercera reunión de la mesa redonda sobre los problemas antropológicos de México y Centroamérica.

1954 Gatherers and farmers in the Greater Southwest: A Problem in classification, *American Anthropologist*, 56 (4), 529-550.

1960 Mesoamérica, sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales". En : Suplemento de la Revista Tlatoani, 3, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

KLIPPEL, WALTER E. Y JENNIFER A. SYNSTELIEN

2007 Rodents as taphonomic agents: Bone gnawing by brown rats and grey squirrels, *Journal of Forensic Sciences*, 52 (4), 765-773.

KOCH, P. L., N. TUROSS Y M. N. FOGEL

1997 The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxyapatite, *Journal of Archaeological Science*, 24, 417-429.



KRIEGER, ALEX D.

1945 An inquiry into supposed mexican influence on a prehsitoric cult in the southern United States, *American Anthropologist*, 47, 483-515.

KRUEGER, H. W. Y C. H. SULLIVAN

1984 Models for carbon isotope fractionation between diet and bone, J. Turlund y P. Johnson (Eds.) *Stable isotope in nutritions*, American Chemical Society Symposium Series, Washington DC: 205-220.

KUTAC, EDWARD A.

1982 *Texas birds: Where they are and how to find them*, Lone Star Books, Houston.

LARSEN, CLARK

1987 Bioarchaeological interpretations of subsistence of economy and behavior from human skeletal remains, *Advances in archaeological methods and theory*, 339-445.

1997 *Bioarchaeology: Interpreting behavior from the human skeleton*, Cambridge University Press, New York.

LE BRETON, DAVID

2002 *Antropología del cuerpo y modernidad*, Nueva Visión, Buenos Aires.

LEE-THORP, J. A.

2008 On isotopes and old bones. , *Archaeometry*, 50 (6), 925-950.

LEE-THORP, J. A., J. C. SEALY Y N. J. VAN DER MERWE

1989 Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationships to diet, *Journal of Archaeological Science*, 16, 585-599.

LOHSE, E. A.

1958 Mouth of the rio Grande, G. C. a. O. G. Societies (Ed.) *Sedimentology of south Texas*, Houston: 55-56.

LONGIN, R.

1971 New method of collagen extraction for radiocarbon dating, *Nature*, 230, 241-242.

LÓPEZ, SERGIO , ZAID LAGUNAS Y CARLOS SERRANO SÁNCHEZ

1976 *Enterramientos prehispánicos en la zona arqueológica de Cholula, Puebla*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F.

LYMAN, LEE R.

1994 *Vertebrate taphonomy*, Cambridge Univerity Press, U. K.

LYNE, BELL S., GLENDA COX Y JUDITH SEALY

2001 Determining isotope life history trajectories using bone density fractionation and stable isotope measurements: A new approach, *American Journal of Physical Anthropology*, 116, 66-79.

MACNEISH, RICHARD S.

1947 A Preliminary Report on Coastal Tamaulipas, Mexico, *American Antiquity*, 13 (1), 1-15.

1949 Prehistoric relationships between the cultures of the Southeastern United States and Mexico in the light of an archaeological survey of the State of Tamaulipas, Mexico.

1950 A synopsis of archaeological sequence in the Sierra de Tamaulipas, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, XI, 79-96.

1954 *An early archaeological site near Pánuco, Veracruz*, Transactions of American Philosophical Society, Philadelphia. U. S.

1958 *Preliminary archaeological investigations in the Sierra de Tamaulipas, México.*, Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia.

1967 *Mesoamerican Archaeology*, *Biennial Review of Anthropology*, 5, 306-331.

1998 *Preliminary excavation in the Ocampo, Tamaulipas, Mexico*, Philadelphia U.S.

2001 *A response to long's radiocarbon determinations that attempt to put acceptable chronology on the fritz*, *Latin American Antiquity*, 12 (1), 99-104.

2009 *Relaciones prehistóricas entre las culturas del sureste de Estados Unidos y México*, Frente 8 Vuelta, México.

MALVIDO, ELSA

1997 *Civilizados y salvajes*, E. Malvido, G. Pereira y V. Tiessler (Eds.) *El cuerpo humano y su tratamiento mortuario*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MANGELSDORF, PAUL C., RICHARD S. MACNEISH Y WALTON C. GALIANT

1964 *Domestication of corn*, *Science*, 143 (3606), 538-545.

MANSILLA, LORY JOSEFINA

2002 *Proyecto de investigación; Las momias de México*, *Diario de Campo*, 16.

MÁRQUEZ, MORFIN LOURDES

1998 Unequal in death as in life: A sociopolitical analysis of the 1813 Mexico City typhus epidemic, A. G. Y. T. Leatherman (Ed.) *Building a new biocultural synthesis. Political economic perspectives on human biology.* , Ann Arbor. The University of Michigan Press, 229-242.

2008 Salud, nutrición y dinámica demográfica de las poblaciones prehispánicas y coloniales de México, O. P. Hernández Espinoza, L. Márquez Morfin y E. González Licón (Eds.) *Tendencias actuales de la bioarqueología en México*, Cuerpo Académico: Sociedad y Salud en Poblaciones Antiguas, México, D. F.: pp.59-78.

MÁRQUEZ, MORFIN LOURDES Y ALLAN ORTEGA MUÑOZ

2011 *Colecciones esqueléticas humanas en México: Excavación, catalogación y aspectos normativos*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F.

MATOS, EDUARDO

1994 Mesoamérica, L. Manzanilla y L. López (Eds.) *Historia antigua de México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia; Universidad Nacional Autónoma de México, 49-73.

MCCUTCHAN, JAMES, WILLIAM L. LEWIS, CAROL. KENDALL Y CLAIRE MCGRATH

2003 Variation in trophic shift for stable isotope ratios for carbon, nitrogen and sulfur, *Oikos*, 102, 378-390.

MEADE, JOAQUÍN

1942 *La Huasteca; Epoca antigua*, editorial Cossio, México, D. F.

1953 Historia prehispánica de la Huasteca, I. Bernal y E. Dávalos Hurtado (Eds.) *Huastecos, totonacos y sus vecinos*, Revista Mexicana de Estudios Antropológicos de la Sociedad Mexicana de Antropología, México: 291-302.

1977 *La huasteca tamaulipeca*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

MEDINA, MARTÍN CECILIA Y WILLIAM J. FOLAN

2005 Análisis de restos óseos expuestos al fuego en Calakmul, Campeche, durante el Clásico, *Estudios de Antropología Biológica*, XII, 699-716.

MERINO, CARRIÓN LEONOR Y ANGEL GARCÍA COOK

1987 Proyecto arqueológico Huasteca, *Arqueología*, (1), 31-72.

1997 Secuencia cultural para el Formativo en la cuenca baja del río Pánuco, *Arqueología*, No. 32, pp.5-27.

2002 El Formativo temprano en la cuenca baja del río Pánuco: Fases Chajil y Pujal, *Arqueología*, (28), 49-74.

2004 Secuencia cultural para el Formativo en la Cuenca baja del río Pánuco, *Arqueología*, 32, 5-27.

MEZA, PEÑALOZA ABIGAIL

2007 Estudio osteológico y funcional de raspadores elaborados con frontales humanos recuperados en La Ventilla, Teotihuacan, Temporada 92-94, *Estudios de Antropología Biológica*, XVIII, 397-411.

2015 Afinidades biológicas y contextos culturales en los antiguos teotihuacanos, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

MICHELET, DOMINIQUE

1996 *Río Verde, San Luis Potosí, México*, Instituto de Cultura de San Luis Potosí, CEMCA, Lascana S.A de C. V, San Luis Potosí.

MILLONES, FIGUEROA MARIO

1995 Algunos procedimientos utilizados en el análisis químico de los huesos y su interés antropológico, C. Serrano Sánchez (Ed.) *Genes, evolución y diversidad humana. Temas de antropología molecular*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 118-138.

MINAGAWA, M. Y E. WADA

1984 Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 48, 1135-1140.

MOLNAR, STEPHEN

1971 Human tooth wear, tooth function and cultural variability, *American Journal of Physical Anthropology*, 34 (1), 175-189.

MONTEJANO Y AGUIÑAGA, RAFAEL

1991 Las cabezas chatas de Cerritos, San Luis Potosí, P. Dávila y D. Zaragoza Ocaña (Eds.) *Arqueología de San Luis Potosí*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MONTERO, CORAL Y LUIS A. NÚÑEZ ENRÍQUEZ

2011 Salud y dieta entre los entierros de Chinnikihá. Primeros resultados, *Estudios de antropología biológica*, XV, 139-166.

MONTERO, GARCÍA ISMAEL

2011 *Nuestro patrimonio subterráneo; Historia y cultura de las cavernas en México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MONTERO, LÓPEZ CORAL

2008 Infiriendo el contexto de los restos faunísticos a través de la tafonomía, el análisis de un basurero doméstico asociado al palaci de Chikinihá, Chiapas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MORALES, PUENTE PEDRO Y ALVARADO EDITH CIENFUEGOS

s/f Metrología de isótopos estables y materiales de referencia utilizados para la determinación isotópica de carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y azufre, Instituto de Geología-UNAM,

MORALES, PUENTE PEDRO, EDITH CIENFUEGOS ALVARADO, LINDA MANZANILLA NAIM Y FRANCISCO OTERO TRUJANO

2012 Estudio de la paleodieta empleando análisis de isótopos estables de los elementos carbono, oxígeno y nitrógeno en restos humanos y fauna encontrados en el barrio teotihuacano de Teopancazco, Teotihuacan, L. Manzanilla Naim (Ed.) *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México: 347-423.

MORRONE, JUAN J.

2005 Hacia una síntesis biogeográfica de México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76, 207-252.

NEIELSEN-MARSH, C. M. Y R. E. M. HEDGES

2000 Patterns of diagenesis in bone I: The effects of site environments, *Journal of Archaeological Science*, 27, 1139-1150.

NIER, A. O. Y E. A. GULBRANSEN

1939 Variations in the relative abundance of the carbon isotopes, *Journal of the American Chemical Society*, 61 (697-698).

O'SHEA, JOHN M.

1984 Funerary remains, archaeological evidence, *Mortuary variability. An archaeological investigation*, Academic Press, New York.

OCHOA, LORENZO

1984 *Historia prehispánica de la Huasteca*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

PARKER, P. L.

1964 The biogemistry of the stable isotopes of carbon in a marine bay, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 28, 11755-11764.

PEREIRA, GRÉGORY

2007 Problemas relativos al estudio tafonómico de los entierros múltiples, C. Serrano Sánchez y A. Terrazas Mata (Eds.) *Tafonomía, medio ambiente y cultura; Aportaciones a la antropología de la muerte*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 91-122.

PÉREZ, SILVA CARLOS VANUETH

2008 Tecnología lítica de la zona de la presa internacional Falcón, Tamaulipas; Aplicación del método de análisis tecnológico en herramientas y artefactos bifaciales arqueológicos, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.

2009 Entierros del sitio arqueológico SE-14 Carrillo Puerto Tamuín, San Luís Potosí., D. Zaragoza Ocaña (Ed.) *Memoria del taller de la Huasteca*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

PÉREZ, SILVA CARLOS VANUETH, TONANTZIN SILVA CÁRDENAS Y JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ

2011a Informe técnico de recorrido de superficie. 1a. Temporada EBROHPCMT, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad Victoria, Tamaulipas.



PÉREZ, SILVA CARLOS VANUETH, TONANTZIN SILVA CÁRDENAS, JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ, ABIGAIL MEZA PEÑALOZA Y CARLOS SERRANO SÁNCHEZ

2011b Estudio biocultural en restos óseos humanos procedentes de cuevas mortuorias en Tamaulipas. Informe Técnico 1, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad Victoria, Tamps. México.

PÉREZ, SILVA CARLOS VANUETH, TONANTZIN SILVA CARDENAS, JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ, ABIGAIL MEZA PEÑALOZA Y CARLOS SERRANO SÁNCHEZ

2011c Proyecto Estudio biocultural de restos óseos humanos procedentes de cuevas mortuorias en Tamaulipas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

PIJOAN, AGUADÉ CARMEN

1997 Evidencias de sacrificios humanos y canibalismo en restos óseos. El caso del entierro 14 de Tlatelolco, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

PIJOAN, AGUADÉ CARMEN, JOSEFINA BAUTISTA MARTÍNEZ Y XAVIER LIZÁRRAGA CRUCHAGA

2004 Los procesos tafonómicos que ocasionan la momificación, C. Pijoan Aguadé y X. Lizárraga Cruchaga (Eds.) *Perspectiva tafonómica*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 51-67.

PIJOAN, AGUADÉ CARMEN Y JOSEFINA MANSILLA LORY

2000 La cueva de la Candelaria: Bultos mortuorios y materiales, *Chúngara, Revista de Antropología Chilena*, 32 (2), 211-215.

2007 Alteraciones tafonómicas culturales ocasionadas en los procesos postsacrificiales del cuerpo humano, C. Serrano Sánchez y A. Terrazas Mata (Eds.) *Tafonomía, medio ambiente y cultura. Aportaciones a la antropología de la muerte*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 121-142.

PINE, S., J. HENDRICKSON, D. CRAM Y G. HAMMOND

1980 *Química orgánica*, MacGraw Hill,

RADILLO, ROLÓN DIANA

2008 Tammapul; Una jefatura en la región de Tula, Tamaulipas, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

RAMÍREZ, CASTILLA GUSTAVO

2007 *Panorama arqueológico de Tamaulipas*, Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

2008 Proyecto bioarqueológico momias de Tamaulipas. Informe Técnico 1, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.

2014 Funeral traditions, premature burials and mummification: Advances in the mummies of Tamaulipas bioarchaeological project, *Yearbook of Mummy Studies*, 2, 133-142.

RAMÍREZ, CASTILLA GUSTAVO Y SIXTO RODRÍGUEZ ROSAS

2004 Exploraciones en el gran cué de Tammapul, Tula, Tamaulipas, *Antropología Nueva Época*, 73, 58-64.

RAMÍREZ, CASTILLA GUSTAVO, TONANTZIN SILVA CÁRDENAS Y JESÚS ERNESTO VELASCO GONZÁLEZ

En prensa Arquitectura prehispánica de tierra en la Cuenca lacustre de los ríos Tamesí y Pánuco, D. V. Annick (Ed.) *La arquitectura de tierra en Mesoamérica*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, México.

ROBLES, GARCÍA NELLY M. Y FRANCISCO MARTÍNEZ TUÑÓN

2011 Las cuevas prehistóricas de Yagul y Mitla, J. C. Jiménez López, C. Serrano Sánchez, A. González González y F. J. Aguilar Arellano (Eds.) *IV Simposio Internacional El hombre temprano*

*en América*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, Museo del Desierto, México: 173-183.

ROMANO, PACHECO ARTURO

2005 *Los restos óseos humanos de la cueva de la Candelaria, Coahuila. Craneología*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

ROMANO, PACHECO ARTURO, JOSEFINA BAUTISTA MARTÍNEZ Y MARÍA TERESA JAÉN ESQUIVEL

2011 *Análisis craneano de los restos de la Cueva de las Banquetas, Chiapas*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

ROMANO, PACHECO ARTURO, JOSEFINA BAUTISTA MARTÍNEZ, MARÍA TERESA JAÉN ESQUIVEL Y JORGE GÓMEZ VALDÉS

2005 *Catálogo gráfico de los cráneos de la cueva de la Candelaria*, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

ROMERO, JAVIER Y JUAN VALENZUELA

1945 Expedición a la Sierra Azul, Ocampo Tamaulipas *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*.

SALINAS, RIVERA MARTÍN

2012 *Indígenas del delta del río Bravo; Su papel en la historia del sur de Texas y el noreste de México*, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

SCOTT, R., P. UNGAR, T. BERGSTROM, C. BROWN, F. GRINE, M. TEAFORD Y A. WALKER

2005 Dental microwear texture analysis shows within species diet variability in fossils hominins, *Nature*, 436/4, 693-695.

SCHWARCZ, H. P.

2000 Some biochemical aspects of carbon isotopic paleodiet studies, S. Ambrose y M. Katzenberg (Eds.) *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, Kluwer Academic, New York.

SERRANO, SÁNCHEZ CARLOS Y ROSA MARÍA RAMOS

1984 *Perfil bioantropológico de la población prehispánica de San Luis Potosí*, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas., México.

SHEUER, LOUISE , SUE BLACK Y ANGELA CHRISTIE

2000 *Developmental juvenile osteology*, Academic Press, United Kingdom.

SCHIFFER, BRIAN MICHAEL

1972 Archaeological context and systemic context, *American Antiquity*, 37 (2), 156-165.

SHOENINGER, M. J. Y M. J. DE NIRO

1983a Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diets, *Science*, 220, 1381-1383.

1984 Nitrogen and carbon isotopes compositions of bone collagen from marine and terrestrial animals, *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 48, 625-639.

SHOENINGER, M. J., M. J. DE NIRO Y H. TAUBER

1983b Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen reflect marine and terrestrial components of prehistoric human diets, *Science*, 220, 1381-1383.

SILVA, CÁRDENAS TONANTZIN

2013 Mismos espacios, diferentes paisajes. La API-Altamira: sitios arqueológicos, históricos y el puerto de gran calado, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

SIMMONS, TERRIE L.

2007 Bioarcheological analysis of conmingled skeletal remains from Bee Cave Rockshelter (41VV546), Texas State University, Valverde County Texas.

SMITH, B. N. Y S. EPSTEIN

1971 Two categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios for higher plants, *Plant Physiology*, 47, 380-384.

SMITH, BRUCE

1998a Between foraging and farming, *Science*, 279, 1651-1671.

1998b *The emergence of agriculture*, Scientific American Library, New York.

2001 Low-level food production, *Journal of Archaeological Research*, 9 (1), 1-43.

SUGIYAMA, SABURO Y LEONARDO LÓPEZ LUJÁN

2006 *Sacrificios de consagración en La Pirámide de la Luna*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Arizona State University, México.

SULLIVAN, C. H. Y H. W. KRUEGER

1981 Carbon isotopes analysis of separate chemical phases in modern and fossil bone, *Nature*, 292, 333-335.

TAYLOR, WALTER W.

1972 The hunter-gatherer nomads of northern Mexico: a comparison of the archival and archaeological records, *World Archaeology*, 4 (2), 167-178.

TERRAZAS, MATA ALEJANDRO

2007 Bases teóricas para el estudio bio-social de las prácticas mortuorias, C. Serrano Sánchez y A. Terrazas Mata (Eds.) *Tafonomía, medio ambiente y cultura: Aportaciones a la antropología de la muerte*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México, D. F.: 13-39.

THOMAS, LOUIS V.

1985 *Rites de mort. pour la paix des vivants*, Fayard, France.

TIEZZEN, LL. Y T. FAGRE

1993 Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO<sub>2</sub>, bone collagen, bioapatite, and soft tissues, J. Lambert y G. Grupe (Eds.) *Prehistoric human bone: archaeology at the molecular level*, Springer-Verlag, Berlin: 121-156.

TURPIN, SOLVEIG A., MACIEJ HENNEBERG Y DAVID H. RISKIND

1986 Late archaic mortuary practices of the lower Pecos river region southwest Texas, *Plains Anthropologist*, 31 (114), 295-315.

TYKOT, ROBERT H.

2006 Isotope analysis and the histories of maize, J. Staller, R. Tykot y B. Benz (Eds.) *Histories of maize: Multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication and evolution of maize*, Academic Boston, 131-142.

UBELAKER, DOUGLAS H.

1974 *Reconstruction of demographic profiles from osuary skeletal samples. A case study from the Tidewater Potomac*, Smithsonian Institution Press.

2003 Interpretación de las anomalías esqueléticas y su contribución a la investigación forense, *Cuadernos de Medicina Forense*, 35-42.

VALADÉZ, MORENO MOISÉS

1999 *La arqueología de Nuevo León y el noreste*, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.

2001 Expiración, luto y defunción. Evidencias sobre prácticas funerarias de los antiguos norestenses, Tecnológico de Monterrey, Nuevo León.

VALADÉZ, MORENO MOISÉS Y DENISE CARPINTEYRO ESPINOSA

2011 Nuevos datos sobre el hombre temprano en Nuevo León: Cueva La Morita II, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, Museo del Desierto, México: 235-258.

VALENZUELA, JIMÉNEZ GERARDO, CARMEN PIJOAN AGUADÉ Y JOSEFINA MANSILLA LORY

2005 Alteraciones culturales en los restos esqueléticos localizados en el curso de las primeras excavaciones en Xochicalco, Morelos, *Estudios de Antropología Biológica*, XII, 811-822.

VAN DER MERWE, N. J.

1982 Carbon isotopes, photosynthesis and archaeology, *American Scientist*, 70, 596-696.

VAN DER MERWE, N. J. Y J. C. ROOSVELT

1981 Isotopic evidence for prehistoric subsistence change at Panama, *Nature*, 292, 536-538.

VAN DER MERWE, N. J. Y G. C VOGEL

1978  $^{13}\text{C}$  content of human collagen as a measure of prehistoric diet in Woodland North America, *Nature*, 276, 815-816.

VELASCO, GONZÁLEZ JESÚS ERNESTO

2009 Estudio biocultural en restos óseos del Clásico (200-270 d.C.) en el Centro de Veracruz. Patrones fúnebres, de salud y desgaste dental en individuos de distinto rango en una misma entidad política, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

2010 Condiciones de vida y salud en restos óseos del formativo terminal en Altamira, Tamaulipas, Informe inédito, Centro INAH-Tamaulipas, Ciudad Victoria.

2011 Limpieza, restauración y catalogación de restos óseos humanos procedentes del rescate arqueológico; La Cueva de la Calavera, Tula, Tamaulipas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad Victoria.

VELASCO, GONZÁLEZ JESÚS ERNESTO, TONANTZIN SILVA CÁRDENAS, CARLOS VANUETH PÉREZ SILVA, ABIGAIL MEZA PEÑALOZA Y CARLOS SERRANO SÁNCHEZ

2013 Informe Técnico. Análisis de Materiales de la Temporada I Cuevas Morturias de Tamaulipas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad Victoria, Tamps.

VOGEL, G. C

1978 Isotopic assessment of the dietary habits of ungulates, *South African Journal of Science*, 74, 298-301.

VOGEL, G. C Y N. J MERWE VAN DER

1978 Isotopic evidence for early maize cultivation in New York State, *American Antiquity*, 42, 238-242.



VOGEL, G. C. Y N. J. VAN DER MERWE

1977 Isotopic evidence for early maize cultivation in New York State, *American Antiquity*, 42, 238-242.

WELLS, CALVIN

1967 Pseudopathology, C. C. Thomas (Ed.) *Diseases in antiquity*, Springfield, USA.

WEST, ROBERT C.

1964 Surface configuration and associated geology of middle America, R. Wauchope (Ed.) *Natural environment and early cultures; Handbook of middle americans indians*, University of Texas Press, Austin: 57-61.

WHITAKER, THOMAS W., HUGH C. CUTLER Y RICHARD S. MACNEISH

1957 Cucurbit Materials from Three Caves near Ocampo, Tamaulipas, *American Antiquity*, 22 (4), 352-358.

WHITE, TIM

1992 *Prehistoric cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*, Princeton University Press.

WHITE, TIM Y PETER FOLKENS

2005 *The human bone manual*, Academic Press, Oxford.

WILLIAM, MERRILL I, ROBERT J HARD, JONATHAN B MABRY, FRITZ J GAYLE, KAREN R ADAMS, JOHN R RONEY Y A. C MACWILLIAMS

2009 *The difussion of maize to the southwestern United States and its impact*, *PNAS*, 105 (50), 21019-21026.

# ANEXO 1

## Cédula inventario óseo

Proyecto: _____	Procedencia: _____	Periodo Cultural: _____
No. Ent. _____	Tipo de Ent. _____	Clase de Ent. _____
Fecha: _____	Anotó: _____	No. Catálogo. _____

Esqueleto craneal	Completos	Incompletos	Patología	Total
Cráneo				
Mandíbula				

Huesos craneales aislados	Completos		Incompletos		Patología	Total
Frontal						
Occipital						
Vómer						
Etmoides						
Esfenoides						
Parietales	D		D			
	I		I			
Temporales	D		D			
	I		I			
Maxilar	D		D			
	I		I			
Palatinos	D		D			
	I		I			
Concha nasal inf.	D		D			
	I		I			
Lagrimal	D		D			
	I		I			
Nasales	D		D			
	I		I			
Cigomáticos	D		D			
	I		I			

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<b>Dientes perm.</b>	<b>Completos</b>		<b>Incompletos</b>		<b>Patología</b>	<b>Total</b>
Primer incisivo sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer incisivo inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo incisivo sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo incisivo inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Canino sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Canino inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer premolar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer premolar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo premolar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo premolar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer molar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer molar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo molar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo molar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Tercer molar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Tercer molar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
<b>Dientes dec.</b>	<b>Completos</b>		<b>Incompletos</b>		<b>Patología</b>	<b>Total</b>
Primer incisivo sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer incisivo inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo incisivo sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo incisivo inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Canino sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Canino inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer molar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Primer molar inf.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			
Segundo molar sup.	<b>D</b>		<b>D</b>			
	<b>I</b>		<b>I</b>			

Segundo molar inf.	D		D			
<b>Esqueleto poscraneal</b>	<b>Completos</b>		<b>Incompletos</b>		<b>Patología</b>	<b>Total</b>
Atlas						
Axis						
Vért. Cervicales						
Vért. Dorsales						
Vért. Lumbares						
Sacro						
Coxis						
Coxales	D		D			
	I		I			
Clavículas	D		D			
	I		I			
Omóplatos	D		D			
	I		I			
Esternónes						
Costillas	D		D			
	I		I			
Húmeros	D		D			
	I		I			
Costillas	D		D			
	I		I			
Cúbitos	D		D			
	I		I			
Radios	D		D			
	I		I			
Carpos	D		D			
	I		I			
Metacarpos	D		D			
	I		I			
Falanges mano	D		D			
	I		I			
Fémures	D		D			
	I		I			
Tibias	D		D			
	I		I			
Rótulas	D		D			
	I		I			
Peronés	D		D			
	I		I			
Astrágalos	D		D			
	I		I			
Calcáneos	D		D			
	I		I			
Tarsos dist.	D		D			
	I		I			
Metatarsos	D		D			
	I		I			
Falanges pie	D		D			
	I		I			

## Anexo 2

Hueso	Adulto		Subadulto		NME	%
	derecho	izquierdo	derecho	izquierdo		
cráneo	15		7		22	81
mandíbula	17		2		19	70
atlas						
axis						
C 3-7	1				1	4
torácicas	5				5	18
lumbares	10				10	37
sacro	9				9	33
cóccix	1				1	4
esternón	2		1		3	11
clavícula	3	6		1	7	26
omóplato	8	10	1	2	12	44
húmero	10	11	5	6	17	63
radio	4	10	1		11	41
cúbito	9	10	2	1	12	44
carpo	1	1			1	4
metacarpo	11	6			11	41
coxal	16	20	3	1	23	85
fémur	24	23	3	2	27	100
tibia	21	17	1	3	24	89
peroné	13	10	2	1	15	55
rótula		1			1	4
astrágalo	3	1			3	11
calcáneo	4	2			4	15
tarso distal	3	1			3	11
metatarso	3	4			4	15

## ANEXO 3

## CRÁNEO

<b>Mordidas de roedor</b>													
		reg1R	reg2R	reg3R	reg4R	reg5R	reg6R	reg7R	reg8R	reg9R	reg10R	reg11R	reg12R
N (%)	Válidos	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	no hay región	13(41.9%)	10(32.3%)	9(29.0%)	17(54.8%)	18(58.1%)	16(51.6%)	13(41.9%)	18(58.1%)	17(54.8%)	18(58.1%)	21(67.7%)	18(58.1%)
	presente	4(12.9%)	2(6.5%)	4(12.9%)	2(6.5%)	1(3.2%)	1(3.2%)	8(25.8%)	6(19.4%)	6(19.4%)	5(16.1%)	3(9.7%)	0(0.0%)
	ausente	14(45.1%)	19(61.3%)	18(58.1%)	12(38.7%)	12(38.7%)	14(45.2%)	10(32.3%)	7(22.6%)	8(25.8%)	8(25.8%)	7(22.6%)	13(41.9%)

<b>Exposición térmica directa</b>													
		reg1E	reg2E	reg3E	reg4E	reg5E	reg6E	reg7E	reg8E	reg9E	reg10E	reg11E	reg12E
N (%)	Válidos	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	no hay región	13 (41.9%)	10(32.3%)	9(29.0%)	17(54.8%)	18(58.1%)	16(51.6%)	13(41.9%)	18(58.1%)	17(54.8%)	18(58.1%)	21(67.7%)	18(58.1%)
	presente	1(3.2%)	2(6.5%)	1(3.2%)	0(0.0%)	1(3.2%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(3.2%)	1(3.2%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	17(54.8%)	19(61.2%)	21(67.7%)	14(45.2%)	12(38.7%)	15(48.4%)	18(58.1%)	12(38.7%)	13(41.9%)	13(41.9%)	10(32.3%)	13(41.9%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i></b>													
		reg1F	reg2F	reg3F	reg4F	reg5F	reg6F	reg7F	reg8F	reg9F	reg10F	reg11F	reg12F
N (%)	Válidos	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	no hay región	13 (41.9%)	10(32.3%)	9(29.0%)	17(54.8%)	18(58.1%)	16(51.6%)	13(41.9%)	18(58.1%)	17(54.8%)	18(58.1%)	21(67.7%)	18(58.1%)
	presente	4(12.9%)	6(19.4%)	8(25.8%)	1(3.2%)	0(0.0%)	1(3.2%)	2(6.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(3.2%)	1(3.2%)	1(3.2%)
	ausente	14(45.2%)	15(48.4%)	14(45.2%)	13(41.9%)	13(41.9%)	14(45.2%)	16(51.6%)	13(41.9%)	14(45.2%)	12(38.7%)	9(29.0%)	12(38.7%)

## MANDÍBULA

<b>Mordidas de roedor</b>									
cuadrante		1A	1P	2A	2P	3A	3P	4A	4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	no hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	2(10.5%)	2(10.5%)	1(5.3%)	1(5.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	8(42.1%)	8(42.1%)	9(47.4%)	8(42.1%)	2(10.5%)	8(42.1%)	5(26.3%)	9(47.4%)
	ausente	11(57.9%)	11(57.9%)	8(42.1%)	9(47.4%)	16(84.2%)	10(52.6%)	14(73.7%)	10(52.6%)

<b>Exposición térmica directa</b>									
cuadrante		mand1A	mand1P	mand2A	mand2P	mand3A	mand3P	mand4A	mand4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	no hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	2(10.5%)	2(10.5%)	1(5.3%)	1(5.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	19(100%)	19(100%)	17(89.5%)	17(89.5%)	18(94.7%)	18(94.7%)	19(100%)	19(100%)

<b>Fracturas postmortem</b>									
cuadrante		mand1A	mand1P	mand2A	mand2P	mand3A	mand3P	mand4A	mand4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	no hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	2(10.5%)	2(10.5%)	1(5.3%)	1(5.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	2(10.5%)	3(15.8%)	1(5.3%)	1(5.3%)	2(10.5%)	2(10.5%)	1(5.3%)	1(5.3%)
	ausente	17(89.5%)	16(84.2%)	16(84.2%)	16(84.2%)	16(84.2%)	16(84.2%)	18(94.7%)	18(94.7%)



## ESCÁPULAS

<b>Mordidas de roedor (escápula derecha)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	9	9	9	9	9	9	9	9
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(22.2%)	2(22.2%)	2(22.2%)	2(22.2%)
	presente	4(44.4%)	3(33.3%)	4(44.4%)	6(66.7%)	3(33.3%)	3(33.3%)	1(11.1%)	1(11.1%)
	ausente	5(55.6%)	6(66.7%)	5(55.6%)	3(33.3%)	4(44.4%)	4(44.4%)	6(66.7%)	6(66.7%)

<b>Exposición térmica directa (escápula derecha)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	9	9	9	9	9	9	9	9
	No hay región	1(11.1%)	1(11.1%)	2(22.2%)	2(22.2%)	3(33.3%)	3(33.3%)	3(33.3%)	3(33.3%)
	presente	0(0.0%)	2(22.2%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	8(88.9%)	8(88.9%)	7(77.8%)	7(77.8%)	6(66.7%)	6(66.7%)	6(66.7%)	6(66.7%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (escápula derecha)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	9	9	9	9	9	9	9	9
	No hay región	0(0.0%)	1(11.1%)	1(11.1%)	1(11.1%)	3(33.3%)	3(33.3%)	2(22.2%)	2(22.2%)
	presente	3(33.3%)	4(44.4%)	4(44.4%)	4(44.4%)	1(11.1%)	1(11.1%)	3(33.3%)	3(33.3%)
	ausente	6(66.7%)	4(44.4%)	4(44.4%)	4(44.4%)	5(55.6%)	5(55.6%)	4(44.4%)	4(44.4%)

<b>Mordidas de roedor (escápula izquierda)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	12	12	12	12	12	12	12	12
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	1(8.3%)	1(8.3%)	2(16.7%)	2(16.7%)	2(16.7%)	2(16.7%)
	presente	4(33.3%)	5(41.7%)	3(25.0%)	2(16.7%)	3(25.0%)	3(25.0%)	2(16.7%)	2(16.7%)
	ausente	8(66.7%)	7(58.3%)	8(66.7%)	9(75.0%)	7(58.3%)	7(58.3%)	8(66.7%)	8(66.7%)

<b>Exposición térmica directa (escápula izquierda)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	12	12	12	12	12	12	12	12
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	1(8.3%)	1(8.3%)	2(16.7%)	2(16.7%)	3(25.0%)	3(25.0%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	12(100%)	12(100%)	11(91.7%)	11(91.7%)	10(83.3%)	10(83.3%)	9(75.0%)	9(75.0%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (escápula izquierda)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	12	12	12	12	12	12	12	12
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	1(8.3%)	1(8.3%)	2(16.7%)	2(16.7%)	3(25.0%)	3(25.0%)
	presente	7(58.3%)	7(58.3%)	6(50.0%)	6(50.0%)	4(33.3%)	4(33.3%)	3(25.0%)	3(25.0%)
	ausente	5(41.7%)	5(41.7%)	5(41.7%)	5(41.7%)	6(50.0%)	6(50.0%)	6(50.0%)	6(50.0%)

## HUESOS LARGOS SUPERIORES

<b>Mordidas de roedor (Húmero)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17
	No hay región	3(20.0%)	2(13.3%)	3(20.0%)	3(20.0%)	3(20.0%)	2(11.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	4(26.7%)	2(13.3%)	1(4.2%)	2(13.3%)	6(40.0%)	7(41.2%)	4(23.5%)	0(0.0%)	2(11.8%)	13(76.5%)
	ausente	8(53.3%)	11(73.3%)	11(73.3%)	10(66.7%)	6(40.0%)	8(47.1%)	13(76.5%)	17(100%)	15(88.2)	4(23.5%)

<b>Exposición térmica directa (Húmero)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17
	No hay región	3(20.0%)	2(13.3%)	3(20.0%)	3(20.0%)	3(20.0%)	2(11.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	0(0.0%)	1(6.7%)	0(0.0%)	1(6.7%)	1(6.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(5.9%)
	ausente	12(80.0%)	12(80.0%)	12(80.0%)	11(73.3%)	11(73.3%)	15(88.2%)	17(100%)	17(100%)	17(100%)	16(94.1%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (Húmero)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17
	No hay región	3(20.0%)	2(13.3%)	3(20.0%)	3(20.0%)	3(20.0%)	2(11.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	presente	4(26.7%)	1(6.7%)	1(6.7%)	1(6.7%)	0(0.0%)	2(11.8%)	1(5.9%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	8(53.3%)	12(80.0%)	11(73.3%)	11(73.3%)	12(80.0%)	13(76.5%)	16(94.1%)	17(100%)	17(100%)	17(100%)

<b>Mordidas de roedor (radio)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)	1(10.0%)	2(20.0%)	1(10.0%)	3(30.0%)	3(30.0%)
	presente	1(20.0%)	0(0.0%)	3(60.0%)	1(20.0%)	1(20.0%)	4(40.0%)	2(20.0%)	2(20.0%)	1(10.0%)	3(30.0%)
	ausente	4(80.0%)	5(100%)	2(40.0%)	4(80.0%)	2(40.0%)	5(50.0%)	6(60.0%)	7(70.0%)	6(60.0%)	4(40.0%)

<b>Exposición térmica directa (radio)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)	1(10.0%)	2(20.0%)	1(10.0%)	3(30.0%)	3(30.0%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	5(100%)	5(100%)	5(100%)	5(100%)	3(60.0%)	9(90.0%)	8(80.0%)	9(90.0%)	7(70.0%)	7(70.0%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (radio)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)	1(10.0%)	2(20.0%)	1(10.0%)	3(30.0%)	3(30.0%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)	0(0.0%)	1(10.0%)	1(10.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	5(100%)	5(100%)	3(60.0%)	5(100%)	1(20.0%)	9(90.0%)	7(70.0%)	8(80.0%)	7(70.0%)	7(70.0%)

<b>Mordidas de roedor (cubito)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	No hay región	1(9.1%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	6(54.5%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	6(54.5%)
	presente	1(9.1%)	2(18.2%)	0(0.0%)	1(9.1%)	1(9.1%)	5(45.5%)	2(18.2%)	2(18.2%)	5(45.5%)	1(9.1%)
	ausente	9(81.8%)	9(81.8%)	11(100%)	10(90.9%)	4(36.4%)	5(45.5%)	8(72.7%)	8(72.7%)	5(45.5%)	4(36.4%)

<b>Exposición térmica directa (cubito)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	No hay región	1(9.1%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	6(54.5%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	6(54.5%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(9.1%)	1(9.1%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	10(90.9%)	11(100%)	11(100%)	11(100%)	5(45.5%)	9(81.8%)	9(81.8%)	10(90.9%)	10(90.9%)	5(45.5%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (cubito)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	No hay región	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	4(36.4%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	1(9.1%)	6(54.5%)
	presente	2(18.2%)	0(0.0%)	0(0.0%)	3(27.3%)	2(18.2%)	1(9.1%)	1(9.1%)	0(0.0%)	3(27.3%)	0(0.0%)
	ausente	9(81.8%)	11(100%)	11(100%)	8(72.7%)	5(45.5%)	9(81.8%)	9(81.8%)	10(90.9%)	7(63.6%)	5(45.5%)

## COXALES

<b>Mordidas de roedor (coxal derecho)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	No hay región	2(10.5%)	2(10.5%)	3(15.8%)	3(15.8%)	5(26.3%)	5(26.3%)	7(36.8%)	7(36.8%)
	presente	5(26.3%)	5(26.3%)	4(21.1 %)	4(21.1 %)	7(36.8%)	6(31.6%)	5(26.3%)	5(26.3%)
	ausente	12(63.2%)	12(63.2%)	12(63.2%)	12(63.2%)	7(36.8%)	8(42.1%)	7(36.8%)	7(36.8%)

<b>Exposición térmica directa (coxal derecho)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	No hay región	2(10.5%)	2(10.5%)	4(21.1 %)	4(21.1 %)	5(26.3%)	5(26.3%)	8(42.1%)	8(42.1%)
	presente	1(5.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(5.3%)	1(5.3%)	1(5.3%)	1(5.3%)
	ausente	16(84.2%)	17(89.5%)	15(78.9%)	15(78.9%)	13(68.4%)	13(68.4%)	10(52.6%)	10(52.6%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (coxal derecho)</b>									
cuadrante		D1A	D1P	D2A	D2P	D3A	D3P	D4A	D4P
N (%)	Válidos	19	19	19	19	19	19	19	19
	No hay región	2(16.5%)	2(16.5%)	3(15.8%)	3(15.8%)	3(15.8%)	3(15.8%)	3(15.8%)	3(15.8%)
	presente	3(15.8%)	3(15.8%)	6(31.6%)	6(31.6%)	7(36.8%)	7(36.8%)	10(52.6%)	9(47.4%)
	ausente	14(73.7%)	14(73.7%)	10(52.6%)	10(52.6%)	9(47.4%)	9(47.4%)	6(31.6%)	7(36.8%)

<b>Mordidas de roedor (coxal izquierdo)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	21	21	21	21	21	21	21	21
	No hay región	1(4.8%)	1(4.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	5(23.8%)	5(23.8%)	5(23.8%)	5(23.8%)
	presente	7(33.3%)	8(38.1%)	10(47.6%)	7(33.3%)	9(42.9%)	9(42.9%)	8(38.1%)	7(33.3%)
	ausente	13(61.9%)	12(57.1%)	11(52.4%)	14(66.7%)	7(33.3%)	7(33.3%)	8(38.1%)	9(42.9%)

<b>Exposición térmica directa (coxal izquierdo)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	21	21	21	21	21	21	21	21
	No hay región	1(4.8%)	1(4.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	6(28.6%)	6(28.6%)	3(16.7%)	3(16.7%)
	presente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	20(95.2%)	20(95.2%)	21(100%)	21(100%)	15(71.4%)	15(71.4%)	16(76.2%)	16(76.2%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (coxal izquierdo)</b>									
cuadrante		I1A	I1P	I2A	I2P	I3A	I3P	I4A	I4P
N (%)	Válidos	21	21	21	21	21	21	21	21
	No hay región	1(4.8%)	1(4.8%)	0(0.0%)	0(0.0%)	3(14.3%)	3(14.3%)	2(9.5%)	2(9.5%)
	presente	3(14.3%)	4(19.0%)	2(9.5%)	2(9.5%)	5(23.8%)	6(28.6%)	4(19.0%)	4(19.0%)
	ausente	17(81.0%)	16(76.2%)	19(90.5%)	19(90.5%)	13(61.9%)	12(57.1%)	15(71.4%)	15(71.4%)

## HUESOS LARGOS INFERIORES

<b>Mordidas de roedor (Fémur)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
	No hay región	5(18.5%)	1(3.7%)	2(7.4%)	3(11.1%)	9(33.3%)	3(12.0%)	2(8.0%)	2(8.0%)	3(12.0%)	6(24.0%)
	presente	12(44.4%)	8(29.6%)	6(22.2%)	4(14.8%)	12(44.4%)	15(60.0%)	7(28.0%)	2(8.0%)	1(4.0%)	10(40.0%)
	ausente	10(37.0%)	18(66.7%)	19(70.4%)	20(74.1%)	6(22.2%)	7(28.0%)	16(64.0%)	21(84.0%)	21(84.0%)	9(36.4%)

<b>Exposición térmica directa (Fémur)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
	No hay región	7(25.9%)	1(3.7%)	2(7.4%)	3(11.1%)	10(37.0%)	3(12.0%)	2(8.0%)	2(8.0%)	3(12.0%)	9(36.0%)
	presente	1(3.7%)	1(3.7%)	1(3.7%)	1(3.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	ausente	19(70.4%)	25(92.6%)	24(88.9%)	23(85.2%)	17(63.0%)	12(88.0%)	23(92.0%)	23(92.0%)	12(88.0%)	16(64.0%)

<b>Fracturas <i>postmortem</i> (Fémur)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	27	27	27	27	27	25	25	25	25	25
	No hay región	6(22.0%)	1(3.7%)	2(7.4%)	2(7.4%)	10(37.0%)	3(12.0%)	2(8.0%)	2(8.0%)	2(8.0%)	8(32.0%)
	presente	2(7.4%)	3(11.1%)	3(11.1%)	5(18.5%)	1(3.7%)	1(4.0%)	1(4.0%)	0(0.0%)	3(12.0%)	2(8.0%)
	ausente	19(70.4%)	23(85.2%)	22(81.5%)	20(74.1%)	16(59.3%)	21(84.0%)	22(88.0%)	23(92.0%)	20(80.0%)	15(60.0%)

<b>Mordidas de roedor (Tibia)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	22	22	22	22	22	20	20	20	20	20
	No hay región presente	2(9.1%)	1(4.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	3(13.6%)	4(20.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	3(15.0%)
	ausente	8(36.4%)	5(22.7%)	6(27.3%)	3(13.6%)	9(40.9%)	13(65.0%)	8(40.0%)	5(25.0%)	5(25.0%)	7(35.0%)
		12(54.5%)	16(72.7%)	16(72.7%)	19(86.4%)	10(45.5%)	3(5.0%)	12(60.0%)	15(75.0%)	15(75.0%)	10(50.0%)

<b>Exposición térmica directa (Tibia)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	22	22	22	22	22	20	20	20	20	20
	No hay región presente	3(13.6%)	1(4.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	5(22.7%)	6(30.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	4(20.0%)
	ausente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
		19(86.4%)	21(95.0%)	22(100%)	22(100%)	17(77.3%)	14(70.0%)	20(100%)	20(100%)	20(100%)	16(80.0%)

<b>Fracturas postmortem (Tibia)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	22	22	22	22	22	20	20	20	20	20
	No hay región presente	3(13.6%)	1(4.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	5(22.7%)	6(30.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	4(20.0%)
	ausente	3(13.6%)	1(4.5%)	2(9.1%)	2(9.1%)	0(0.0%)	1(5.0%)	1(5.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(5.0%)
		16(72.7%)	20(90.9%)	20(90.9%)	20(90.9%)	17(77.3%)	13(65.0%)	19(95.0%)	20(100%)	20(100%)	15(75.0%)



<b>Mordidas de roedor (Peroné)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	11	11	11	11	11
	No hay región presente	8(53.3%)	1(6.7%)	0(0.0%)	1(6.7%)	3(20.0%)	7(63.6%)	1(9.1%)	0(0.0%)	2(18.2%)	3(27.3%)
	ausente	1(6.7%)	1(6.7%)	3(20.0%)	0(0.0%)	3(20.0%)	1(9.1%)	2(18.2%)	2(18.2%)	1(9.1%)	1(9.1%)
		6(40.0%)	13(86.7%)	12(80.0%)	14(93.3%)	9(60.0%)	3(27.3%)	8(72.7%)	9(81.8%)	8(72.7%)	7(63.6%)

<b>Exposición térmica directa (Peroné)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	11	11	11	11	11
	No hay región presente	8(53.3%)	1(6.7%)	0(0.0%)	1(6.7%)	4(26.7%)	7(63.6%)	1(9.1%)	0(0.0%)	2(18.2%)	3(27.3%)
	ausente	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(6.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(9.1%)
		7(46.7%)	14(93.3%)	15(100%)	14(93.3%)	10(66.7%)	4(36.4%)	10(90.9%)	11(100%)	9(81.8%)	7(63.6%)

<b>Fracturas postmortem (Peroné)</b>											
		EPD	1/3PD	1/3MD	1/3DD	EDD	EPI	1/3PI	1/3MI	1/3DI	EDI
N (%)	Válidos	15	15	15	15	15	11	11	11	11	11
	No hay región presente	6(40.0%)	1(6.7%)	0(0.0%)	1(6.7%)	2(13.3%)	4(36.4%)	1(9.1%)	0(0.0%)	2(18.2%)	3(27.3%)
	ausente	3(20.0%)	4(26.7%)	2(13.3%)	1(6.7%)	4(26.7%)	4(36.4%)	1(9.1%)	2(18.2%)	1(9.1%)	2(18.2%)
		6(40.0%)	10(66.7%)	13(86.7%)	13(86.7%)	9(60.0%)	3(27.3%)	9(33.3%)	9(81.8%)	8(72.7%)	6(54.5%)