

Caminantes de la Sierra

Júpiter Martínez Ramírez*
Patricia Olga Hernández Espinoza**

Recibido: 11 de marzo de 2023.

Aceptado: 29 de mayo de 2023.

Resumen

Las investigaciones llevadas a cabo en la última década por el Proyecto Arqueológico Sierra Alta de Sonora y el Programa Protección Técnica y Legal de Zonas Arqueológicas del Centro INAH Sonora, han proporcionado información valiosa sobre los antiguos *o'ob* (pimas) y pobladores de la cultura Casas Grandes que habitaron en la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental. Se han recuperado cuerpos momificados, semi-momificados y esqueletizados, cuyo análisis osteológico y bioquímico han dado algunas claves para inferir movimientos poblacionales a través de montañas y cañadas de la región noreste del estado de Sonora. Uno de los sitios, Cueva de Ochoa, contiene una casa en acantilado donde se recuperaron varios individuos que han sido fechados; uno de ellos, *Oqui*, posiblemente no nació en el lugar que murió. Lo mismo podemos decir de uno de los individuos recuperados de la Covacha Cueva La Yaqui, catalogado como fardo número 3, cuya tomografía y análisis bioquímico también indica que su lugar de nacimiento fue distinto a la Sierra Madre Occidental. Los anteriores son algunos de los ejemplos presentados en este artículo que constituyen evidencias biológicas sobre el movimiento poblacional a través de dicha cadena montañosa en el Noroeste de México, soportando propuestas arqueológicas planteadas desde décadas atrás.

Palabras clave: isótopos estables, arqueología, bioarqueología, Sierra Madre Occidental, cultura Casas Grandes.

Abstract

Last decade archaeological research supported by Sierra Alta de Sonora Archaeological Project and Protección Técnica y Legal Program, both from Centro INAH Sonora, have resulted in valuable information on the ancient *o'ob* (pimas) and Casas Grandes inhabitants who lived in the Sierra Madre Occidental. Mummified, semi-mummified and skeletonized bodies have

* Centro INAH Sonora. jupiter_martinez@inah.gob.mx

** Centro INAH Sonora. olga_hernandez@inah.gob.mx

been recovered, whose osteological and biochemical analysis have provided some clues to infer population movements through the mountains. Cueva de Ochoa, a Casas Grandes site on the Bavispe region, is a cliff dwelling where several individuals were recovered and dated; one of them, *Oqui*, was not born where she died. Same provenience has individual cataloged as bundle number 3, recovered from Covacha Cueva La Yaqui, a site on the Mulatos region. Both individuals could come from a region different of the Sierra Madre Occidental. These are some examples discussed in the text founded on biological evidence that tracks what archeology proposed decades ago, concerning population movement through the Sierra Madre Occidental in northwestern Mexico.

Keywords: stable isotopes, archaeology, bioarchaeology, Sierra Alta de Sonora, Casas Grandes culture.

Introducción

La arqueología ha utilizado distintas herramientas para responder algunas preguntas sobre el origen de los pobladores de un lugar, valiéndose de inferencias de indicadores como la posible dieta que tenía el individuo cuando estaba niño (una evidencia directa del lugar donde nació). Este tipo de estudios se complementan con el análisis bioarqueológico de individuos recuperados de excavaciones, bajo la premisa de que la salud y la dieta tienen una relación directa con el aprovechamiento del medio ambiente y el impacto de éste en los individuos. La técnica usada por excelencia para este tipo de estudios es el análisis de isótopos estables, C (carbono), N (nitrógeno) y O (oxígeno), que proporcionan información, los dos primeros, sobre el tipo de dieta consumida por un individuo, y el tercero, sobre el tipo de agua que consumió y su procedencia a través de su huella isotópica.

Por lo general, se requiere de un marco teórico para poder explicar los hallazgos sin caer en la mera descripción, y pensamos que la teoría de construcción de nicho pudiera ser útil, al menos para el caso de los sitios Cueva de Ochoa y Las Angosturas, no así para el sitio Covacha Cerro La Yaqui, cuya función como lo explicaremos más adelante, fue meramente funeraria. La teoría de la Construcción del Nicho es un esquema teórico de la biología evolutiva que enfatiza la capacidad de los organismos para modificar su entorno y por lo tanto influir en su propia especie y en la de otras especies. Esta teoría resalta el papel de los individuos y de las poblaciones como agentes que introducen activamente cambios en el entorno en el que habitan. Dichos cambios pueden influir sobre las condiciones de selección natural para todas las especies (Fuentes, 2016).

Para completar la ruta metodológica es recomendable también obtener la misma información isotópica de restos de fauna y flora localizados en los lugares de entierro, que darían una idea más clara de la composición de la dieta, tanto de humanos como de la fauna, y el posible aprovechamiento o no de las plantas a su alrededor, y tener un mejor acercamiento a la posible dieta de los individuos durante los últimos años de su vida adulta (Moreno, *et al.* 2011). Como este tipo de análisis todavía no son conclusivos, este trabajo tiene como objetivo dar a conocer algunos de los avances que se han obtenido a partir de los resultados registrados del análisis bioquímico de los individuos recuperados de cuatro sitios en la Sierra Madre Occidental: "Cueva de Ochoa" en el municipio de Bavispe, Sonora, y "Covacha Cerro La Yaqui" junto con "La Angostura I y La Angostura II" localizados en el municipio de Sahuaripa, Sonora.

Planteamiento del problema

Todos somos producto de la migración humana. Algunos de nosotros hemos emigrado en algún momento de nuestras vidas a lugares distintos de aquéllos donde nacimos y por lo tanto hemos tenido que aprender a hablar otra lengua o dialecto, comer cosas distintas, adaptarnos a un medio ambiente diferente a veces hostil para nuestra salud; en otras palabras, imbuirnos en una cultura distinta que implica comportamientos y formas de pensar novedosas.

¿Por qué migran las personas? ¿Qué motivos subyacen en ellas para emprender grandes desplazamientos, incluso con sus familias a un mundo desconocido? Éstas son las preguntas que fundamentan los trabajos sobre la migración humana. Teorías hay muchas, desde aquellas que postulan la existencia de un gen que hace propensas a las personas a migrar, hasta aquéllas basadas en los complejos modelos de la teoría económica, pasando por las necesidades de buscar mejores oportunidades de trabajo (Massey *et al.*, 1998).

Ejemplos en el mundo moderno hay muchos, pero del mundo antiguo son pocas las evidencias materiales que sobreviven como mudos testigos del desplazamiento de las poblaciones, algunas por voluntad propia, otras forzadas por la violencia estructural y política de las antiguas sociedades. El uso de la tecnología actual y su aplicación a los estudios bioarqueológicos, hace posible obtener información sobre la composición química de huesos y dientes; los elementos traza e isótopos estables ayudan a explicar

algunos problemas de investigación que surgen en la antropología y en la arqueología, y se aplican sobre restos óseos humanos. Algunas de las preguntas están relacionadas con el posible origen de los individuos, por medio de la medición de los niveles de carbono, nitrógeno, zinc, estroncio y oxígeno, entre otros, que se relacionan con el consumo de animales y vegetales que conforman la dieta y al consumo de agua a lo largo de su vida.

Esta tecnología fue aplicada a siete individuos, que como hemos mencionado, proceden de cuatro sitios arqueológicos de la Sierra Madre Occidental en Sonora, para conocer su posible origen y temporalidad. Los datos de salud y nutrición obtenidos del análisis morfoscóptico de los restos óseos contribuyen a redondear el tema del uso de los recursos disponibles en su entorno ecológico y fueron retomados de un estudio específico ya publicado (Hernández Espinoza *et al.*, 2020).

El diseño metodológico

La teoría de la construcción de nicho (TCN)

La teoría concibe al nicho como el contexto estructural, temporal y social en el que existe una especie, que se transforma por la acción sinérgica con los organismos que habitan en él. La TCN ve la interacción de los individuos y ambiente como una forma de retroalimentación. Una de las características importantes de esta teoría es que trata de comprender cómo los procesos socioculturales se relacionan con los procesos genéticos en la evolución; reconoce que las actividades humanas pueden ser realmente adaptaciones, y que los procesos culturales pueden también influir en el comportamiento humano (Laland y O'Brien, 2012). Bate y Terrazas (2006) señalan que las sociedades humanas no se adaptan al ambiente, sino que se organizan para modificar este entorno de acuerdo con sus necesidades y en el caso de los cazadores-recolectores con su tecnología más simple, encuentran que su manejo cultural produce efectos en el ecosistema en que viven, que aunque ocurre de manera no intencional indica una planeación por parte de los seres humanos.

La teoría postula la construcción o la destrucción de nichos dependiendo de varios factores como la depresión de recursos (se refiere a reducciones en la tasa de encuentro de especies de presa u otros recursos) causada por las actividades del depredador. Una de las aplicaciones de esta teoría en bioarqueología tiene relación con los cambios en la salud provocados por las variantes en la dieta

—por disminución o aumento de los recursos alimentarios disponibles—; bajo este último enfoque aplicaremos esta teoría en este estudio.

Los isótopos estables

Los isótopos estables posibilitan recuperar la información dietaria y ambiental acumulada y conservada en la materia ósea. En general, son utilizados los isótopos de carbono y nitrógeno ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) sobre la base de la composición química del colágeno (proteína ósea) o apatita (fracción mineral o inorgánica del hueso) (Katzenberg y Waters-Rist, 2018; Lee-Thorp, 2008; Meier-Augenstein y Kemp, 2016). DeNiro y Epstein (1978) introdujeron el concepto de que "uno es lo que come". Esto se debe a que en la composición isotópica del tejido del consumidor (carne, hueso, grasa) se refleja la marca isotópica de sus alimentos. Los cocientes $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ se transmiten y enriquecen por fraccionamiento a través de los sucesivos eslabones de la cadena trófica, pasando de los tejidos vegetales a los consumidores primarios (herbívoros) y a partir de los mismos a los consumidores secundarios (carnívoros) (Bearhop *et al.*, 2004; Reitsema, 2013).

La composición isotópica de un animal depende de su posición en la cadena trófica. Los isótopos de carbono se emplean principalmente para dar cuenta del consumo de recursos de origen terrestre y además estimar la contribución relativa de las plantas que siguen las vías fotosintéticas C3, C4 y CAM¹ en dietas animales y humanas (Aufderheide, 1989; Reitsema, 2015; Schoeninger, 1995). Las tasas de isótopos estables del carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) se expresan como $\delta^{13}\text{C}$. Los resultados se expresan en partes por mil (‰) relativas al estándar internacional PDB (Pee Dee Belemnite Carbonate) con un error menor al 0.1‰. Las plantas C3 utilizan la vía fotosintética Calvin Benson y poseen valores bajos de $\delta^{13}\text{C}$ alrededor del -20‰ al -35‰, con una media de -26‰ \pm 2‰. Las plantas C4 emplean la vía fotosintética Hatch-Slack y tiene valores de $\delta^{13}\text{C}$ alrededor del -7‰ al -15‰, con una media de -12‰; el maíz tiene valores que van entre el -12‰ y -8‰ (Reitsema, 2015).

Sin embargo, los valores isotópicos de carbono estimados para plantas C4 pueden superponerse con los valores asignables

¹ Las plantas C3 corresponden a árboles, arbustos y gramíneas de las zonas templadas, siendo prósperas en ambientes húmedos, fríos y nubosos; las plantas C4 están representadas por gramíneas de climas cálidos, áridos y algunas plantas cultivadas como el maíz y la caña de azúcar; a las plantas CAM o crasuláceas corresponde el grupo de agaves y cactáceas.

a dietas marítimas, en estos casos se utilizan los isótopos de nitrógeno para obtener información acerca del consumo de recursos de origen marino (Ambrose, 1993; Fuller *et al.*, 2003). Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (isótopos de nitrógeno), medidos sobre el colágeno de la dentina, corresponden en su totalidad a las proteínas de la dieta (Van der Merwe *et al.*, 2003). Por otra parte, los isótopos del nitrógeno se presentan de dos formas en la naturaleza ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), se expresan como $\delta^{15}\text{N}$ en partes por mil (‰) según el estándar internacional (Air) con un error menor al 0.2‰. La obtención del nitrógeno en las plantas terrestres no es directa, sino que puede adquirirse en relación simbiótica con otros organismos o a partir de las bacterias que viven en el suelo y los valores de $\delta^{15}\text{N}$ están entre -2‰ y 6‰. A medida que ascendemos en la cadena trófica, la tasa de enriquecimiento es del 3-4‰. Los herbívoros pueden tener valores $\delta^{15}\text{N}$ entre el 1 al 12.7‰ (promedio: $5.28\text{‰} \pm 2.6\text{‰}$), mientras que los carnívoros tienen valores entre 5.3‰ a 18.8‰ (promedio: $10.2\text{‰} \pm 2.9\text{‰}$). Dado que las proporciones de los isótopos del nitrógeno aumentan entre un nivel trófico y otro, nos proporciona una medida del consumo de proteína animal y nos permite distinguir entre recursos de origen marino o terrestre (Katzenberg y Waters-Rist, 2018; Lee-Thorp, 2008; Reitsemá, 2013).

Por otra parte, si se quiere estimar la importancia de los componentes proteicos y no proteicos en la dieta, hay que considerar la diferencia colágeno-apatita ($\delta^{13}\text{C}_{\text{co-apa}}$). En el colágeno se refleja la porción proteica de la dieta, mientras que la apatita da cuenta de la dieta total, dado que en su síntesis participan todos los componentes dietarios (proteínas, carbohidratos y lípidos). Entre la dieta consumida y el colágeno se produce un fraccionamiento del 5‰ y entre la dieta y la apatita este valor es de 9.4‰ lo que implica una diferencia del ~4.4% entre el colágeno y la apatita. Si la diferencia supera este valor, es probable que la fracción proteica de la dieta sea de menor importancia. Si es menor, la dieta podría consistir en una mayor proporción de proteínas marinas y carbohidratos C3 (Barberena, 2002). La dieta de los carnívoros depende en mayor medida de lípidos que de hidratos de carbono. Debido a que los lípidos tienen valores de ^{13}C menores que los carbohidratos y las proteínas, los valores de ($\delta^{13}\text{C}_{\text{co-apa}}$) en tejidos de carnívoros son menores que en herbívoros (Bearhop *et al.*, 2004).

Entre los antecedentes de estudios de paleodieta realizados en México, destaca los trabajos pioneros de Leticia Brito (2002; 2000) con restos óseos humanos procedentes de Monte Albán, para responder preguntas relacionadas con la desigualdad social y el acceso a la alimentación; sus resultados señalaron el acceso

desigual a la proteína animal entre clases sociales y entre sexos. Más adelante, siguiendo la misma técnica se analizaron restos óseos procedentes de Chac Mool, Quintana Roo, un sitio maya con cronologías que van del Clásico Terminal al Posclásico, para registrar los cambios de alimentación entre los dos periodos, que van de una dieta predominantemente marina hacia otra dependiente del maíz y con escasa ingesta de proteína animal (Berriell, 2002). Las diferencias entre la alimentación de hombres y mujeres fue el tema del análisis de restos del sitio del Preclásico San Buenaventura, Estado de México, confirmándose las diferencias entre sexos en detrimento de las mujeres, quienes mostraron un alto consumo de vegetales de la región y niveles moderados de desnutrición (Platas Neri, 2002). La técnica montada en el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha proporcionado abundante información sobre prácticas alimentarias, acceso diferencial a los alimentos, tanto entre sexos como entre grupos de edad, así como preguntas relacionadas con la identidad de los individuos, por mencionar algunas temáticas, en restos humanos procedentes de los distintos sitios hasta hoy excavados en Teotihuacán y en el área maya (Mejía Appel, 2013; Negrete Gutiérrez, 2016; Ruvalcaba y Becerra, 2004).

Por otro lado, en arqueología se utilizan los isótopos de oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) para discutir temas de movilidad y patrones de residencia (Dupras y Schwarcz, 2001; Sanhuenza y Falabella, 2010; Sponheimer y Lee-Thorp, 1999). Estos isótopos se registran en el fosfato y carbonato de la hidroxiapatita y reflejan principalmente la composición isotópica del agua corporal, determinada básicamente por el agua ingerida en el momento de formación de los huesos y dientes (Longinelli, 1984; Longinelli y Nuti, 1973; Luz, *et al.*, 1984; Sponheimer y Lee-Thorp, 1999; White *et al.*, 2004). A su vez, el agua bebida varía de modo regular en relación a la latitud, elevación, patrones de lluvia y otros factores ambientales (Dansgaard, 1964; White *et al.*, 1998; White *et al.*, 2004). Por ello, si hay variaciones en los isótopos de oxígeno del agua de una región, entonces hay un potencial para explorar aspectos de la movilidad y patrones de residencia humanos (Dupras y Schwarcz, 2001; White *et al.*, 2002; White *et al.*, 2000). En general, para entender los valores de humanos tanto de ^{13}C como de ^{15}N y ^{18}O , se ajustan los resultados con valores para fauna, vegetales y agua de la misma región, para generar aspectos de una ecología isotópica, tarea que queda pendiente para los próximos análisis que podamos efectuar.

El uso de isótopos para analizar la movilidad humana en México, ha proporcionado información valiosa sobre la

procedencia foránea de individuos sepultados en los barrios teotihuacanos, así como en las grandes ciudades mayas, realmente ha proporcionado muy buenos resultados al aplicarlos a solución de preguntas bioarqueológicas (Archer Velasco, 2015; Manzanilla *et al.*, 2012; Márquez Morfín y González Licón, 2022; Ortega Cabrera y Archer Velasco, 2014; Tiesler y Price, 2013).

Metodología para realizar el análisis osteológico

Para estimar la edad a la muerte se utilizaron las siguientes técnicas:

1. En individuos no adultos menores de 10 años:
 - a. El grado de desarrollo y brote dental (Johnston y Zimmer, 1989; Ubelaker, 1989).
 - b. Longitud diafisiaria, para comparar la longitud alcanzada y compararla con otros individuos con la misma edad estimada.
 - c. Utilizando la longitud diafisiaria se aplicaron las fórmulas de regresión lineal y cuadrática propuestas por Ortega y Márquez (2021).
2. Para los individuos no adultos mayores de 10 años:
 - a. Observación y registro del grado de fusión de las epífisis con sus diáfisis en huesos largos.
 - b. El grado de fusión de los cuerpos vertebrales con sus procesos espinosos.
 - c. El grado de brote del segundo y tercer molar (Cardoso, 2007; Saunders, 2008; Ubelaker, 1989).
3. Para los individuos adultos:
 - a. Cambios degenerativos en la superficie articular del ilíaco (Buckberry y Chamberlain, 2002), de las grandes articulaciones (Buikstra y Ubelaker, 1994) así como el grado de fusión de las epífisis con sus diáfisis (Lovejoy *et al.*, 1985).
 - b. Grado de desgaste dental (Lovejoy, 1985).

Para identificar el sexo:

1. En mayores de cuatro años se aplicó la técnica propuesta por Hernández y Peña (2010), cuando el estado de conservación lo permitió.
2. En mayores de 15 años, se aplicaron las técnicas estandarizadas para identificación del dimorfismo sexual

en restos óseos humanos (cráneo, pelvis y huesos largos) (Buikstra y Ubelaker, 1994; Meindl *et al.*, 1985).

Caracterización física:

1. Técnica craneométrica: se obtuvieron las dimensiones antómicas del cráneo para obtener los principales índices recopilados por Juan Comas (1983) y Arturo Romano (1996) que permitieron caracterizar a la muestra en estudio y compararla con los datos obtenidos en otras temporadas.
2. Técnica osteométrica: se obtuvieron las longitudes, diámetros y perímetros de los huesos largos, para caracterización de los individuos y obtención de la estatura.

Indicadores de salud:

1. Estatura y crecimiento subadulto. Para estatura en adultos se aplicaron las fórmulas de regresión de Genovés (1966), modificadas por Del Ángel y Cisneros (2004). En el caso de los no adultos se aplicaron las fórmulas propuestas por Visser (1998) para obtención de la talla.

Se aplicó la metodología sugerida por Goodman y Martin (2002) para identificación y registro de huellas de las siguientes lesiones:

1. Crisis de salud: identificación y registro de líneas de hipoplasia del esmalte, en dientes deciduales y permanentes.
2. Salud oral: caries, abscesos e infección periodontal.
3. Deficiencias nutricionales: espongio hiperostosis y criba orbitalia.
4. Procesos infecciosos, específicos y no específicos, evaluados a partir de la presencia de periostitis tanto en la tibia como en el resto del esqueleto.
5. Procesos degenerativos osteoarticulares.
6. Traumatismos y huellas de corte.

Metodología para la selección de la muestra para análisis de isótopos estables

La estrategia de selección de la muestra fue la extracción preferencial de los terceros molares, dado que la primera evidencia de calcificación comienza a los siete u ocho años, la corona está completa entre los 12 y 16 años y la raíz se completa entre los

18 y 25 años. En su defecto se extrajeron los segundos molares, cuya corona está completa entre los siete y ocho años y la raíz entre los 14 y 16 años (Nelson y Ash, 2010). Se seleccionaron solo individuos adultos, para no tener sesgos con respecto a la edad y de ambos sexos. Estos dientes representan la dieta que tuvieron estos individuos en su infancia y adolescencia antes de pasar a ser adultos en su residencia local. Los dientes tienen etapas de formación según la edad de los individuos y brindan información sobre las distintas dietas antes y después del destete.

Para el muestreo se seleccionaron los terceros molares de tres individuos:

- Individuo 1 del fardo 1, de sexo masculino, cuya edad se estimó en 20 años. Fue fechado entre 1161-1259 después de Cristo.²
- Individuo 2B, fardo 2, de sexo femenino, la edad se estimó en 20-25 años. El fechamiento por C14 es de 1186-1285 después de Cristo.
- El individuo del fardo 3, de sexo masculino, con una edad estimada entre los 35 y 40 años. El análisis por C14 determinó una fecha de 1299-1408 después de Cristo.

En el único individuo de la muestra que no tiene cráneo, el del fardo 5, se seleccionó una costilla completa y una falange, ya que, de acuerdo con la técnica montada, debe ser un hueso “cerrado”, es decir completo, para evitar la contaminación de la pieza ósea. Fue fechado entre 1227-1292 después de Cristo.

De los individuos del sitio Las Angosturas se seleccionaron los segundos molares³ de los individuos de los siguientes entierros primarios:

- Sitio Angostura I: entierro 2.2 de sexo masculino, cuya edad fue estimada entre 35 y 45 años. El fechamiento por C14 es de 1170-1264 después de Cristo.
- Sitio Angostura I: entierro 3, de sexo femenino, cuya edad se estimó entre 20 y 24 años, fue fechada en 1048-1243 d.C. por carbono 14.

² Todos los fechamientos de C14 están presentados con 2 sigmas (95% de probabilidad) determinados por el Laboratorio de Espectrometría de Masas (AMS) de la Universidad de Arizona.

³ Dado el grado de deterioro de los individuos no todos conservaron los terceros molares o, en su caso, presentaron caries degollante, lo que hace inviable la pieza dental para el análisis bioquímico.

- Sitio Angostura II: entierro 1, un adulto de sexo masculino, mayor de 30 años; el fechamiento por C14 lo sitúa entre 1225-1292 después de Cristo.

Los individuos y los contextos

Covacha Cerro La Yaqui, Sahuaripa, Sonora.

El Cerro La Yaqui se ubica a 220 kilómetros al sureste de Hermosillo en la Sierra Madre Occidental, en el municipio de Sahuaripa, y ubicado a 18 kilómetros del poblado de Mulatos (figura 1). El sitio arqueológico Covacha Cerro La Yaqui se excavó como parte del Proyecto de Rescate Arqueológico Cerro La Yaqui bajo la dirección del arqueólogo José Ángel Ruiz Cabañas,⁴ sitio que se localizaba cerca de la cima del cerro sobre la ladera sur, consistía de una pequeña oquedad de forma irregular de 1 metro de ancho y 3.5 metros de largo aproximadamente; en general la covacha era muy estrecha (variación de 0.80-1.8 metros). Las evidencias arqueológicas indicaron que este sitio fue empleado únicamente como espacio funerario en un rango aproximado de 250 años, entre los años 1161 y 1408 d.C.⁵ Con respecto a su asociación cultural, la cultura material fue muy escasa, limitándose a artefactos asociados con el tratamiento funerario, básicamente fragmentos de petate, cordeles utilizados para amarrar los fardos y corteza de madera de pino en asociación a los fardos. Se recuperaron dos ornamentos aislados de concha marina (pendiente y cuenta) y algunos fragmentos de guaje.

La covacha no tenía estructura geológica firme, por lo que su forma y dimensiones se modificaron aleatoriamente a través del tiempo no siendo posible identificar procesos sedimentarios que generaran una clara estratigrafía. La covacha fue excavada en su totalidad y el registro arqueológico señala que fue empleada únicamente como espacio funerario en un rango aproximado de dos siglos y medio, entre los años 1161 y 1408 d.C., correspondiente al periodo prehispánico tardío (momento del máximo desarrollo de los grupos humanos prehispánicos en Sonora). A lo largo de su uso se depositaron al menos 37 individuos, seis fueron contextos primarios, inhumados en cinco fardos mortuorios y los otros 30

⁴ Sitio registrado por Protección Técnica y Legal de Zonas Arqueológicas y Paleontológicas en el Estado de Sonora (PTLZAPES) con la clave CHIH:L:05:08 del Centro INAH Sonora, clave de la DRPMZAH: H12D1726007.

⁵ Para mayor información sobre este sitio, el sistema de entierro, prácticas funerarias y análisis bioarqueológico, véase a Hernández *et al.* (2021).

están representados por distintos elementos óseos que estaban dispersos sobre el suelo de la cueva, producto de la actividad de la fauna silvestre que ahí habitaba y por causas antropogénicas como el saqueo. La mayoría de los cuerpos sufrieron una deshidratación gradual que permitió su momificación natural, pero aquellos que fueron perturbados perdieron gran parte del tejido momificado.



FIGURA 1. Lugares de procedencia de la muestra (elaborado por Júpiter Martínez).

Todos los individuos recibieron un tratamiento funerario especializado, ya que además de ser envueltos en petates, les elaboraron una base de piezas de corteza de pino para no tener contacto directo con el suelo, a su vez eran cubiertos con tierra de otro lugar pues no corresponden los sedimentos formados en esta cueva ni del exterior inmediato.⁶

El primer fardo analizado estaba totalmente cerrado y por su tamaño pensamos que se trataba del bulto mortuorio de un niño, sin embargo, la imagen del tomógrafo⁷ reveló la presencia de dos individuos adultos,⁸ uno de sexo femenino y otro de sexo

⁶ Para una información más detallada sobre los entierros recuperados de esta cueva consultar a Hernández Espinoza *et al.* (2021).

⁷ Los cinco fardos mortuorios fueron analizados mediante un tomógrafo computarizado para registrar los detalles que no eran visibles, como posición del individuo, objetos asociados y algunas características físicas. Una publicación en proceso de cuenta detallada de estos aspectos (Martínez Ramírez y Hernández Espinoza, en prensa).

⁸ Esta composición del fardo funerario no ha sido reportado en la literatura revisada.

masculino, en posición hiperflexionada, con los brazos cruzados sobre el pecho y las piernas pegadas al mismo. Para lograr esta posición, los dos individuos debieron haber sido amortajados juntos y posteriormente colocados en el petate como envoltorio final. El análisis por radiocarbono arrojó un fechamiento probable: 1161-1259 después de Cristo.⁹

El fardo 2 contenía también dos individuos, pero era más grande, y fueron colocados en posición flexionada: el individuo A tenía el cráneo orientado hacia el sur y el del individuo B orientado hacia el norte. El fardo mortuorio estaba a su vez cubierto con corteza de pino. Uno de los individuos es un adulto joven, (registrado como 2A), no mayor de 25 años, de sexo masculino, aunque le faltan algunas piezas dentales en el maxilar, los terceros molares no habían aún erupcionado al momento del fallecimiento. La estatura calculada para este individuo es 157 centímetros.

El fardo 3 está en buen estado de conservación y cerrado. El tomógrafo reveló el esqueleto completo de un individuo adulto, en posición flexionada. El análisis por C14 arroja una fecha de 1299-1408 d.C. El sexo se identificó como masculino con una edad a la muerte entre los 35 y 40 años. El cráneo fue modificado intencionalmente. La estatura calculada para este individuo es de 157.8 centímetros.

El fardo 4 estaba totalmente destruido por la fauna local o por presuntos saqueadores, aunque su contenido estaba completo en buen estado de conservación, conservando tejido momificado principalmente en las extremidades inferiores. El fechamiento por C14 es 1227-1292 d.C. De acuerdo con las características morfológicas del cráneo y la pelvis, el individuo, es de sexo masculino (Buikstra y Ubelaker, 1994); la edad estimada está entre los 45 y 49 años, lo que corresponde a un individuo de edad avanzada para esa época, donde la esperanza promedio de vida no superaba los 30 años.

Del individuo del fardo 5 no se localizó el cráneo, aunque por las características de la pelvis podemos decir que se trata de un varón que debió haber tenido alrededor de los 25 años. Tiene colapsadas las vértebras lumbares, posiblemente como resultado de una caída. Fue fechado en 1227-1292 después de Cristo.

La Angostura I, II y III, Sahuaripa, Sonora

Es un conjunto de tres abrigos rocosos que se ubican en la ladera este del Cerro La Yaqui distantes a un kilómetro del sitio Covacha

⁹ Todos los fechamientos de C14 están calibrado con el 95% de probabilidad.

y aproximadamente 100 metros más profundos (en la cañada La Angostura). Estos sitios fueron excavados por parte del Proyecto Salvamento Cerro La Yaqui bajo dirección del arqueólogo José Ángel Ruiz Cabañas.¹⁰ La Angostura I solamente se trata de una superficie plana bajo una pared rocosa muy alta, sus dimensiones son 20x8 metros con abundante lítica en la superficie; durante las excavaciones se detectaron tres fogones y cuatro entierros humanos. La Angostura II se dividió en dos sectores: A y B. El sector IIA es una pequeña cueva de 3x9 metros con un alineamiento al exterior y una superficie al exterior de 4x6 metros; durante las excavaciones se detectó un enterramiento humano al interior. El sector IIB era una pared rocosa con una superficie muy irregular con grandes bloques de piedra, pero con abundante material arqueológico presente en la superficie; durante las excavaciones se identificaron nueve fogones. La Angostura III es una pequeña cueva de 6x3 metros con un muro de piedras sin aglutinante sobre la línea de goteo, además de una pequeña división al interior por otro muro de un metro de largo en cuyo interior se recuperó un enterramiento humano.

En total, del proyecto se recuperaron seis entierros: tres primarios, directos e individuales, y tres colectivos, con un total de 11 individuos. Las fechas de radiocarbono presentaron una variación entre los años 1048 y el 1264 d.C., la secuencia estratigráfica sugiere una sola ocupación continua.

De los 11 individuos recuperados, seis son de sexo femenino (54.5%) y cinco de sexo masculino (45.5%), todos adultos. El más joven es una mujer de 20-24 años, y el de mayor edad es un hombre que murió entre los 40-44 años (tabla 1). El promedio de vida de estos individuos es de 30 años, tomando en consideración que a tres de ellos no fue posible estimar una edad debido al mal estado de conservación de los elementos óseos que conformaban el enterramiento.

Las características físicas identificadas en estos individuos corresponden a las obtenidas en otras series prehispánicas de la Sierra de Sonora, con cráneos alargados (dolicoideos) y caras de anchura media, dientes con la característica de pala y doble pala; de huesos con inserciones musculares marcadas en extremidades inferiores producto de la movilidad en terrenos escarpados. La articulación del hombro muestra desgaste en los cinco individuos de sexo masculino, posiblemente compartían una misma actividad cotidiana que requirió fuerza constante para levantar

¹⁰ Sitios registrados por PTLZAPES con las claves CHIH:L:05:09, CHIH:L:05:10 y CHIH:L:05:11, y las claves de la DRPMZAH: H12D1726011, H12D1726010, H12D1726009 respectivamente.

objetos. La estatura calculada es menor al promedio de las series prehispánicas recuperadas en la región: los valores para hombres van de 156.5 a 164.0 que los ubican en la categoría de talla media y la estatura calculadas para dos de los individuos de sexo femenino son 141.2 y 149.9, que las coloca entre los individuos de talla chica (Comas, 1966: 312).

<i>Entierro</i>	<i>Sitio</i>	<i>Sexo</i>	<i>Edad</i>
Entierro 1	La Angostura I	Femenino	20-24
Entierro 2, individuo 1a	La Angostura I	Femenino	>30
Entierro 2, individuo 1b	La Angostura I		33-45
Entierro 2, individuo 2	La Angostura I		40-44
Entierro 2, individuo 3	La Angostura I		30-34
Entierro 3	La Angostura I	Femenino	25-29
Entierro 4, individuo 1	La Angostura I	Femenino	25-29
Entierro 4, individuo 2	La Angostura I		>30
Entierro 1	La Angostura II, abrigo A		Adulto
Entierro 2	La Angostura II, abrigo A	Femenino	Adulto
Entierro 3	La Angostura III	Femenino	Adulto

TABLA 1. Sitio Las Angosturas, distribución por sexo y edad. Elaboración propia.

El estado de salud de estos individuos era bastante precario; los resultados del análisis de los indicadores de salud y nutrición revelaron la presencia de un proceso infeccioso no específico, crónico (debido a la severidad de las lesiones), descalcificación y malnutrición en las mujeres, así como procesos degenerativos osteoarticulares en la cintura escapular y en la región lumbar entre los hombres. Como hipótesis, tomando en consideración la estatura estimada para otros grupos prehispánicos de la región, se plantea la posibilidad de la disminución de la estatura entre este grupo como una respuesta adaptativa a los problemas de salud y desnutrición, debido a una época de escasez alimentaria, aunque habría que finalizar los estudios de suelo y de las muestras de semillas localizadas para poder discutir esta hipótesis

Los contextos excavados en Cerro La Yaqui mostraron que se trataba de espacios de ocupación marginal y de una sola secuencia de ocupación, baste indicar que la industria lítica representó el 91% del material recuperado con una clara predominancia de lascas y lascas con retoque. Respecto a la cerámica, la loza café fue la más abundante y la única técnica decorativa observada fue

el enrollado sobre el cuello en un porcentaje muy bajo de toda la muestra (2%), técnica muy usual para la tradición Casas Grandes. Por su ubicación geográfica, estos sitios corresponderían con la tradición arqueológica Serrana para la fase Camotes (700 al 1300 d.C.), sin materiales claramente diagnósticos asociados, aunque es pertinente señalar que esta región solamente dispone de las investigaciones realizadas por John Carpenter en el valle de Sahuaripa, distante a 50 km de la zona de estudio.

Cueva de Ochoa, Bavispe, Sonora

Este sitio arqueológico se localiza a 25 km al este de la población de Bavispe, en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental (figura 1); es un sitio tipo casa en acantilado con más de 40 cuartos con arquitectura de tierra hasta en tres niveles, construido con los estilos de Paquimé; su conjunto artefactual indica claramente su filiación a la cultura Casas Grandes con evidencias de ocupación para el Periodo Viejo (700-1250 d.C.) y Periodo Medio (1250-1450 d.C.). El sitio fue excavado por parte del Proyecto Arqueológico Sierra Alta de Sonora bajo dirección del arqueólogo Júpiter Martínez Ramírez,¹¹ indicando que el sitio es parte de una comunidad serrana Casas Grandes asociada a campos de cultivo, casas de temporal, una aldea a cielo abierto y otras cuevas con evidencia diversa.

En esta casa en acantilado se localizaron seis individuos, de los cuales se seleccionó el entierro en fardo denominado Elemento 4: Oqui Ochoa. Este esqueleto corresponde a una mujer de edad madura, mayor de 45 años. Su cuerpo está momificado, se encontró envuelta entre mantas, un petate y un extenso ajuar funerario. No fue posible observar la presencia de alguna patología. De este individuo se tomó el tercer molar izquierdo para el análisis bioquímico. El fechamiento por C14 lo sitúa entre 1023-1154 después de Cristo.

Resultados

El análisis bioquímico para dieta se realizó a partir de la cuantificación de isótopos estables de carbono (C) y nitrógeno (N), tanto en el colágeno como en la hidroxipatita. Cuando los

¹¹ Sitio también conocido como Cueva del Oso o Rancho Las Cuevas, catalogado con la clave del Centro INAH Sonora: CHIH:C:06:01; clave de la DRPMZA: H12B6726007

isótopos proceden del colágeno se identifica para el caso del carbono, como $^{13}\text{C}_{\text{col}}$, como $^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ cuando la extracción se hizo en la hidroxiapatita; en el caso de los isótopos de oxígeno, éstos también se extrajeron de la hidroxiapatita y se representan como $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ (tabla 2).

<i>Individuo</i>	<i>Sitio</i>	<i>Cronología</i>	<i>C/N¹²</i>	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$
<i>Oqui</i>	BAV	1023-1154 d.C.	3.2 ^{0/00}	-9.4 ^{0/00}	8.8 ^{0/00}	-2.59 ^{0/00}	-4.06 ^{0/00}
Ent. 2, 2	LAI	1048-1243 d.C.	3.2 ^{0/00}	-10.4 ^{0/00}	8.6 ^{0/00}	-4.94 ^{0/00}	-1.81 ^{0/00}
Fardo 1	CLY	1161-1259 d.C.	3.2 ^{0/00}	-8.8 ^{0/00}	7.0 ^{0/00}	-2.85 ^{0/00}	-2.43 ^{0/00}
Ent. 3	LAI	1170-1264 d.C.	3.2 ^{0/00}	-11.0 ^{0/00}	8.8 ^{0/00}	-4.91 ^{0/00}	-2.12 ^{0/00}
Fardo 2b	CLY	1186-1285 d.C.	N/A	-9.4 ^{0/00}	N/A	-3.22 ^{0/00}	-2.80 ^{0/00}
Ent. 1	LAI	1225-1292 d.C.	3.2 ^{0/00}	-11.6 ^{0/00}	9.0 ^{0/00}	-5.74 ^{0/00}	-2.58 ^{0/00}
Fardo 5	CLY	1227-1292 d.C.	3.2 ^{0/00}	-8.2 ^{0/00}	7.3 ^{0/00}	-3.10 ^{0/00}	-2.96 ^{0/00}
Fardo 3	CLY	1299-1408 d.C.	3.2 ^{0/00}	-8.4 ^{0/00}	7.5 ^{0/00}	-2.32 ^{0/00}	-3.73 ^{0/00}

TABLA 2. Resultados del análisis de isótopos estables.

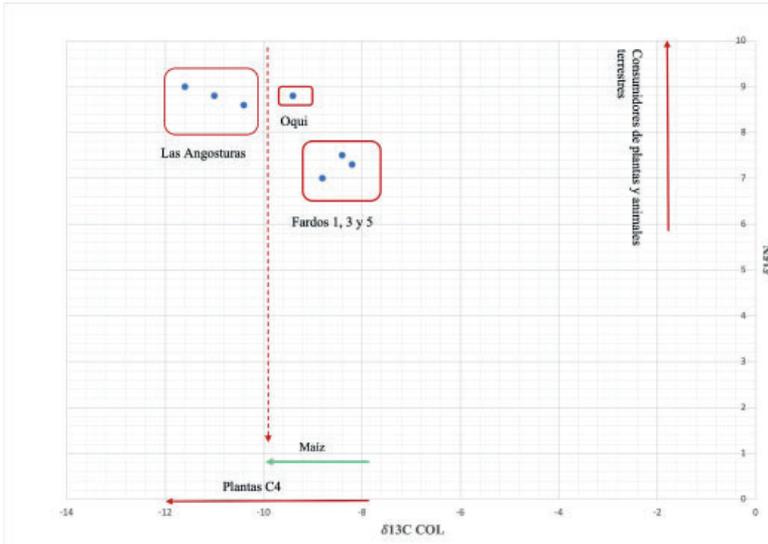
CLY = Covacha La Yaqui; LAI = Las Angosturas I; LAII = Las Angosturas II; Oqui = individuo 1, cueva Ochoa, Bavispe (BAV).

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.

Al graficar el valor $\delta^{13}\text{C}$ medido en el colágeno del hueso y los de $\delta^{15}\text{N}$, obtenemos una primera agrupación de los individuos muestreados (gráfica 1): los individuos de los fardos funerarios (FF) forman un primer grupo, los procedentes de Las Angosturas (LA) conforman un segundo grupo y la señora *Oqui* (O) conforma un tercero, donde los valores de ^{15}N son los que determinan dicha agrupación, ya que los ^{13}C señalan que durante su niñez fueron consumidores de plantas C4, posiblemente maíz. Volviendo a los

¹² La relación C/N expresa las unidades de carbono por unidad de nitrógeno que contiene una materia prima o la mezcla de varias materias primas. Esta relación indica que la relación isotópica media del carbono ($\delta^{13}\text{C}$) es de -19.7‰ , ± 0.2 , y la del nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) es de $4.6\text{‰} \pm 0.7$. La relación C/N entonces es de entre 3.3 y 3.5, por lo que un valor cercano se considera aceptable. En todo los casos fue posible obtener esta relación a excepción del individuo del fardo 2b del que no se detectó la presencia de nitrógeno (N).

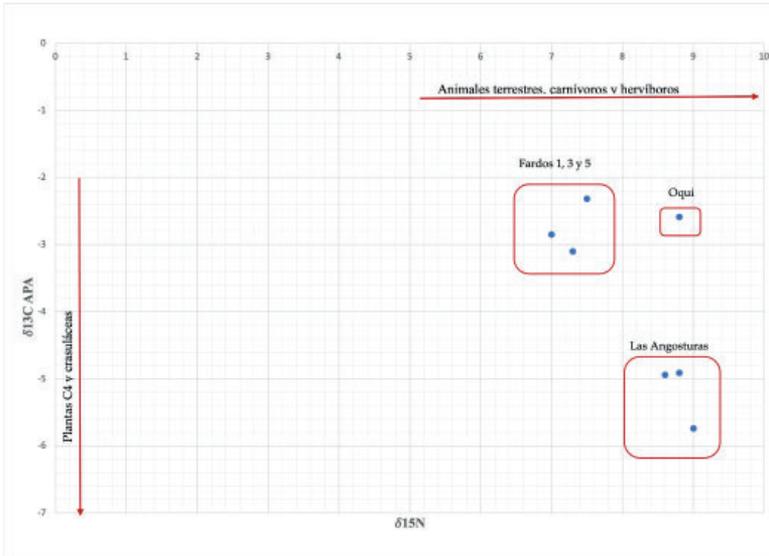
valores de $\delta^{15}\text{N}$, el grupo de Las Angosturas se agrupa, mientras que *Oqui* y los procedentes de los fardos conforman otro grupo, marcando diferencias entre el consumo de proteína animal. Los individuos de LA, al parecer, durante su niñez tuvieron un mayor consumo de proteína animal y plantas C4 que los otros.



GRÁFICA 1. Agrupación de los individuos muestrados según valores de $\Delta\delta^{13}\text{C}$ medido en colágeno y valores $\delta^{15}\text{N}$.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.

Al cruzar los resultados obtenidos de los isótopos de carbono medidos en la hidroxiapatita del hueso ($\delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$) y los isótopos de hidrógeno, se mantiene la misma agrupación (gráfica 2) presentándose más precisa que la descrita para la gráfica 1, ya que los individuos de LA se separan de los otros dos, lo que pudiera señalar un consumo más intensivo de plantas C4; sin embargo, todos los individuos están ubicados por debajo de los valores esperados para plantas C4. De acuerdo con Panarello *et al.* (2006-2009) las crasuláceas (plantas CAM, que para climas áridos y templados comprende agaves, aloes, nopales, suculentas y piñas), dependiendo de las condiciones climatológicas del lugar, pueden presentar valores semejantes a las plantas C3 y C4, por lo tanto, la gráfica 2 podría indicar un consumo basado en plantas C4 (maíz, amaranto) y plantas CAM, entre ellas el agave y el nopal junto con el consumo de pequeños roedores y algunos carnívoros.



GRÁFICA 2. Agrupación de los individuos muestreados según valores de $\Delta\delta^{13}\text{C}$ medido en hidroxiapatita y valores $\delta^{15}\text{N}$.

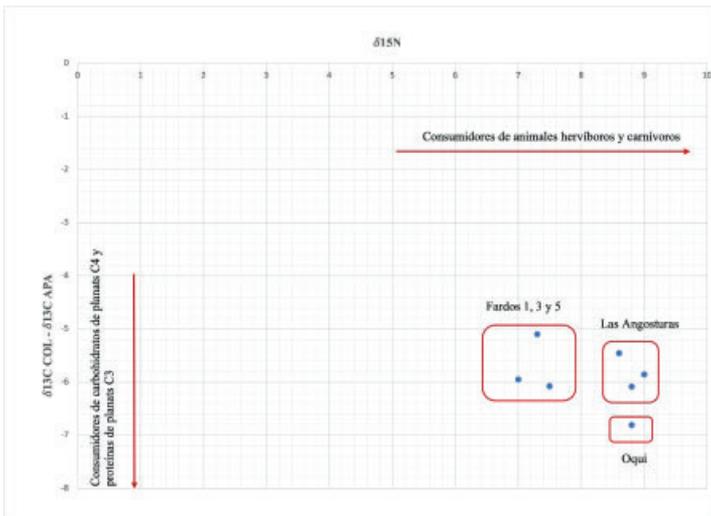
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.

Ahora bien, de acuerdo con lo señalado en la metodología, la fracción inorgánica de los huesos (la apatita) refleja la dieta total del individuo (lípidos, carbohidratos y proteínas), mientras que el componente orgánico (el colágeno) representa sólo la parte proteica de la dieta, y tiende a sub-representar la presencia de lípidos y carbohidratos en la misma, por lo que aplicamos la ecuación $\Delta\delta^{13}\text{C}_{\text{col-apa}} = \delta^{13}\text{C}_{\text{col}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{apa}}$ para discriminar una dieta proteica de una no proteica de los individuos analizados (gráfica 3 y tabla 3)

Según Ambrose *et al.* (1997) y Ambrose (1993), el espaciamiento en los valores de uno y otro indicador variarán de acuerdo con el tipo de dieta; si los resultados son mayores a $4.4_{\pm 0.00}$ implica que la dieta está integrada por carbohidratos de plantas C4 y proteínas de plantas C3, mientras que si los valores son menores estaría indicando una mayor proporción de proteínas marinas y plantas C3.

Individuo	$\delta^{13}C_{col}$	$\delta^{13}C_{apa}$	$\delta^{13}C_{col} - \delta^{13}C_{apa}$
Fardo 1	-8.8	-2.85	-5.95
Fardo 2b	-9.4	-3.22	-6.18
Fardo 3	-8.4	-2.32	-6.08
Fardo 5	-8.2	-3.1	-5.1
Ent. 2, 2	-10.4	-4.94	-5.46
Ent. 3	-11.0	-4.91	-6.09
Ent. 1	-11.6	-5.74	-5.86
Oqui	-9.4	-2.59	-6.81

TABLA 3. Resultados de $\Delta\delta^{13}C_{col-apa}$.
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.



GRÁFICA 3. Agrupación con los valores de $\Delta\delta^{13}C_{col-apa}$.
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.

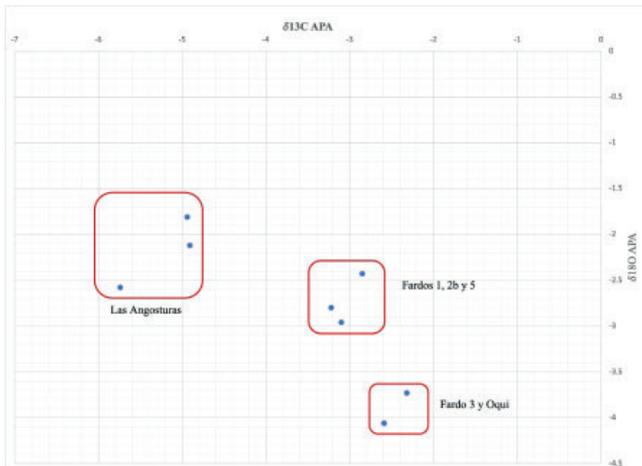
Los resultados mostrados en la tabla 3 muestran que los valores obtenidos para la ecuación $\Delta\delta^{13}C_{col-apa}$ son mayores a 4.4, por lo tanto, durante la niñez de los ocho individuos muestreados, la dieta era no proteica, es decir, la proteína procede principalmente de plantas C3.

Al cruzar estos resultados con los valores de $\delta^{15}\text{N}$, los individuos conforman un solo grupo (gráfica 3) indicando que siete individuos compartieron una dieta semejante cuando eran niños, basada en carbohidratos de plantas C_4 , como el maíz, el amaranto y quizás la miel del agave, complementada con proteína de plantas C_3 , nueces y bellotas, junto con la ingesta de animales terrestres, herbívoros y carnívoros.

Por otro lado, los isótopos de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) tienen relación directa con el clima local, la temperatura y la humedad y se utilizan para estimar la movilidad de los individuos e inferir su impacto en la dieta. Este indicador en agua dulce va de $-30/00$ y $-200/00$. En el agua salada es de $00/00$ a $-20/00$. Entre más agua dulce contiene la dieta y el agua de consumo, mayores son los valores negativos.

Las mediciones del $\delta^{18}\text{O}$ pueden ayudar a interpretar las diferencias en la discriminación de los isótopos de carbono entre individuos que crecen en el mismo ambiente, porque la señal isotópica del ^{13}C responde a cambios en la conductancia estomática y en la tasa fotosintética, mientras que la señal de ^{18}O depende de la conductancia estomática y la fuente de agua. Por lo tanto, mediciones conjuntas de ambos isótopos estables en condiciones similares, permiten inferir la conductancia estomática y la eficiencia del uso de agua de manera rápida y confiable (García Reyes y Andrade, 2007:24).

Al graficar ambas mediciones (gráfica 4) los individuos se separan en tres conjuntos: el primero formado por *Oqui*, de Bavispe, y el individuo del fardo funerario 3, siendo el primero el más antiguo y el segundo el más tardío (250 años de diferencia del rango medio); el segundo conjunto lo integran los individuos de los fardos funerarios 1, 2b y 5, contemporáneos entre sí; el tercer conjunto lo integran los tres individuos de Las Angosturas, separándose hacia valores negativos más altos el individuo del entierro 1, cuya cronología es ligeramente más tardía que la de los otros dos individuos del mismo sitio (tabla 1). Esta gráfica indica que, durante la niñez, cada grupo compartió una misma fuente de agua. Sin embargo, estos valores también indican la procedencia foránea de los siete individuos muestreados, ya que la huella isotópica de los lugares de entierro de los mismos es mucho más alta que la obtenida de sus restos, ya que para la región serrana cercana al río Mulatos es de -7.4 y -8.0 la de Bavispe.



GRÁFICA 4. Agrupación de los individuos muestrados según valores de $\Delta\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ medido en hidroxapatita.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de los análisis bioquímicos.

Los caminantes de la Sierra. La discusión

Sin duda, los resultados de los isótopos estables nos permiten elaborar una serie de planteamientos sobre las características de la subsistencia de los habitantes en la serranía de la región de Mulatos y compararla con la observada con la señora *Oqui* de la región de Bavispe. Una primera observación es que la subsistencia de todas las personas dependían del consumo de maíz, pero no era su dieta exclusiva, sino que observamos claramente una apropiación mixta muy característica de la mayoría de las sociedades en la Sonora prehispánica, incluyendo a las denominadas sociedades complejas.

Los resultados de los distintos cruces entre los resultados de isótopos muestran que, en general, la dieta durante niñez y adolescencia de los individuos analizados era una no proteica, basada en el consumo de carbohidratos obtenidos del maíz y proteína procedente de plantas C3 como el nueces, bellotas y otros frutos secos, con una pequeña aportación de proteína de animales terrestres.

En el registro arqueológico observamos datos que son coherentes con lo observado con los isótopos. Así, tenemos que en Cueva de Ochoa los macro-restos vegetales nos indican una

predominancia del maíz y la calabaza con el 26%,¹³ mientras que el 24% de la muestra se distribuye entre bellotas, nueces y piñones, el 22% se compone de productos de agave (mascados, hojas y frutos del agave); el resto son productos varios resultado de la recolección de otros frutos (vainas, semillas y frutos diversos). En el caso de los abrigos y cuevas de La Angostura, es importante señalar que no presentaban las condiciones ideales para la conservación de restos macro-botánicos, por lo que la muestra no es tan abundante y diversa como en la casa en acantilado en Bavispe, recuperando sin embargo algunos especímenes como olores, fragmentos de caña de maíz, semillas de calabaza, bellotas y algunos huesos de venado y tortuga, indicativos del modo de subsistencia mixto (agricultura y recolección).

A la llegada de los españoles, en el actual territorio sonorenses se reporta la coexistencia de varias naciones indígenas. Específicamente para la región oriental del estado, entre los valles y cañadas de la estribación oeste de la Sierra Madre Occidental, habitaban los ópatas y los pimas. Cueva de Ochoa, perteneciente a la cultura Casas Grandes, sería posterior territorio ópata, mientras que Cerro La Yaqui, correspondiente a la franja de la tradición arqueológica Serrana, vendría a ser territorio de los pimas bajos (figura 2).

Los cronistas del siglo XVIII constatan en sus descripciones los contrastes del paisaje, la amplia gama de recursos naturales disponibles para los individuos que habitaron la actual Sonora y el aprovechamiento de dichos recursos que estaba en función directa de su cultura, de su propia relación con el medio ambiente y de su movilidad. La mayoría de estas naciones tenían campamentos estacionales, estrategia que les permitía obtener alimento en las largas temporadas de estío, en el invierno y durante las sequías. Estas estrategias constan en los escritos de Segesser (1991 [1737]), quien señala que en caso de los pimas no había aldeas, sino que vivían diseminados y solo los parientes mantenían ciertos lazos de proximidad. Los misioneros jesuitas como el mismo Segesser (1991 [1737])¹⁴ y Pfefferkorn (1983),¹⁵ coinciden en mencionar que

¹³ De la muestra recuperada durante las temporadas 2009-2010 de tres cuartos ubicados en dos sectores del sitio, ambos cuartos tenían depósitos enterrados producto del colapso antiguo de los muros. N=3192 bolsas con macro-restos botánicos para consumo.

¹⁴ Phillip Segesser, misionó en las dos Pimerías, la alta y la baja, pero tenía su sede en Tecoripa, entre los pimas bajos; estuvo en Sonora 30 años, de 1731-1761.

¹⁵ Ignacio Pfefferkorn, misionó en Sonora entre 1756 y 1767; once años entre los ópatas, eudeves y pimas; estuvo siete años en la misión de Atil en la Pimería alta y cuatro en la misión de Cucurpe, territorio eudebe.

Sonora era una amplia región surcada por serranías, entre ellas había valles o quebradas donde se asentaban los indígenas, con arroyos y ríos que crecían durante la temporada de lluvias, pero que había vastas zonas sin agua, cubiertas de zacatón, que hacían la vida muy difícil. La tierra era fértil y se cultivaba maíz, frijol, calabazas, chiles, ejotes, algodón y el agave.

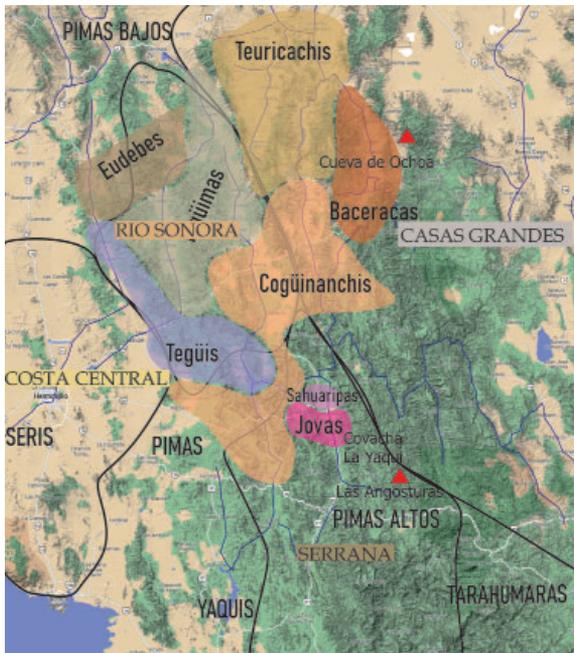


FIGURA 2. Distribución de las naciones indígenas a la llegada de los españoles (mapa de Júpiter Martínez).

Pfefferkorn (1983) hace una amplia descripción de lo que comían los “sonoras”, nombre que abarcaba a los distintos grupos asentados en territorio sonorense, con excepción de los apaches y los seris. En el libro II de su *Descripción de la provincia de Sonora*, este autor describe que la alimentación de pimas, ópatas y eudebes estaba basada en el maíz, que consumían en forma de pozole, atole, tortillas, pinol y “esquita”,¹⁶ con poco consumo de carne, preferentemente de caballo o de mula, no comían aves de ningún tipo ni huevos; del mesquite obtenían las “péchantas” con las que elaboraban harina, que preferían porque era muy dulce.

¹⁶ Un tipo de maíz que se comía tostado.

Estos extractos concuerdan con parte de los resultados obtenidos, sin embargo, falta complementar el consumo de la proteína animal, que Pfefferkorn explica:

Ya he dicho que en varios de lugares de Sonora hay grandes áreas cubiertas con zacatón, están infestadas de ratas y ratones que los sonorenses a veces cazan. Se reúnen veinte a treinta y rodean un área con zacatón, prenden fuego en circunferencia obligando a los animales hacia el centro del área... se juntan en el centro del círculo... y los animales que quedan vivos son apaleados y muertos por los indios... (Pfefferkorn, 1983:56). El sonora con hambre no solo come ratas sino también culebras, víboras, lagartijas, chapulines, gusanos y toda clase de insectos. Corta la cabeza y la cola de la víbora, echa el resto al fuego o brasas y ya que se ha medio asado la saca, le quita la ceniza o carbón y la devora entera. Hace lo mismo con las lagartijas y los insectos sin limpiar los tuestan en vasijas de barro. Todos estos platillos son un magnífico complemento del pinole para los sonorenses (Pfefferkorn, 1983:58).

Estas descripciones son corroboradas en el sitio Cueva de Ochoa, donde se recuperaron más de 50 fragmentos de trampas para roedores pequeños elaboradas con varas de arbustos flexibles y amarres de fibras de agave que sostenían en tensión a piedras que colapsaban y aplastaban a la presa, así como una chinche de río (*Belostomatidae*) que aún se encontraba ensartada en una varita dentro de un fogón (Martínez, 2013).

La trashumancia

La discusión más compleja sobre los análisis de los isótopos estables presentados en este texto la obtenemos de los resultados de los valores del isótopo $^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ que sugieren un origen externo de todos los individuos muestreados. En el gráfico 4 observamos la distribución de huellas isotópicas del agua consumida por estos individuos durante su niñez y adolescencia, ninguno se acerca a la huella isotópica de la región más cercana a Mulatos, que es Yécora, con una huella isotópica de agua dulce de alrededor de $-7.50/00$ o $-8.00/00$ para Bavispe; según estos datos, indicarían que aunque casi todos murieron en la región de Mulatos (excepto *Oqui*), ninguno nació ahí.

Wassenaar *et al.* (2009) generaron un mapa isotópico para México en el que las huellas de $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ de los siete individuos muestreados corresponderían a las zonas costeras de Quintana Roo y Chiapas. Rebeles (2017) actualizó la distribución de huellas

isotópicas del agua dulce en México, proponiendo una nueva distribución donde los valores máximos negativos, como los de los individuos analizados, ya los encontramos en Sonora. Con base en los datos más recientes de los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ los individuos de los sitios La Angostura I y II habrían nacido en una pequeña franja de la Costa Central de Sonora, donde el agua dulce tiene valores entre $-4.0/00$ y $-2.0/00$; mientras que los de la Covacha podrían proceder de la Costa Central, del sur de Sonora o el norte de Sinaloa. Para el caso de *Oqui* y el fardo 3, con los valores más pequeños (-3.73 y -4.06) de la región noroeste de Chihuahua (figura 3).

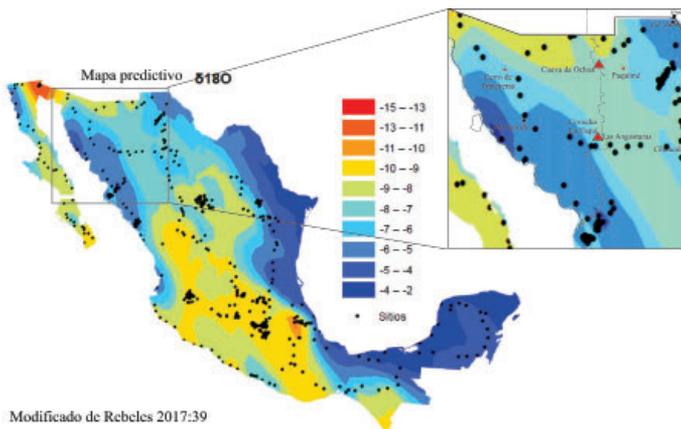


FIGURA 3. Mapa de oxígeno isotópico y sitios arqueológicos (Modificado por Júpiter Martínez).

Esto abre una discusión interesante que tiene que ver con la movilidad de las poblaciones antiguas, la trashumancia de los habitantes del desierto y su búsqueda de distintos ambientes para vivir y desarrollarse: la construcción de sus propios nichos.

En un trabajo anterior (Hernández Espinoza *et al.*, 2021) sugerimos que el individuo del fardo 3, al presentar una concordancia en la medición de este isótopo con el obtenido del individuo de Bavispe, podrían compartir un origen común, lo que explicaría el aplanamiento posterior del cráneo, que consideramos un posible indicador de identidad, dejando abierta la posibilidad de que el individuo del fardo 3 podría haber migrado del norte hacia el sur, específicamente del extremo noreste de la cultura Casas Grandes. Siguiendo el mapa de valores isotópicos de Rebeles se puede sugerir específicamente que ambos individuos

nacieron en algún sitio de la tradición arqueológica Jornada Mogollón en un lapso de 250 años.¹⁷ Información que estaría concordante con la compleja dinámica de los pueblos del suroeste de los Estados Unidos, donde la adopción y manufactura de las cerámicas policromas se relaciona directamente con la interacción macro-regional de las distintas tradiciones culturales identificadas en Nuevo México, Arizona, Utah, Colorado (Britton, 2018) y también Sonora y Chihuahua. Estos datos indican también una alta movilidad de las personas dentro de tales sistemas culturales.

Al sobreponer la ubicación de los sitios del presente artículo con el mapa de las tradiciones arqueológicas de Sonora (figura 4), vemos que en efecto es posible que *Oqui* y el individuo del fardo 3 hayan migrado de norte a sur, procedentes de Chihuahua, cruzando por la Sierra Madre Occidental y manteniéndose dentro o muy cerca de la tradición cultural Casas Grandes, lo que en efecto apoyaría el hecho de la modificación del cráneo de ambos individuos. Solo que el individuo del fardo 3 prosiguió más hacia el sur, relacionándose con los grupos proto-pimas que inhumaron a sus muertos en la Covacha Cerro La Yaqui. El individuo quizás tendría que aprender una nueva lengua, pero no estaría tan distante de las manifestaciones Casas Grandes, ya que tan solo 50 kilómetros al norte el río Mulatos, cambia de nombre por río Aros, donde y es ahí donde se han reportado los sitios más sureños con producción local de cerámica policroma de la tradición serrana de Casas Grandes, como es el Madera Rojo/Café.

En Cerro La Yaqui se recuperaron algunos fragmentos de ollas texturizadas con corrugado en el borde y cuello que quizás podrían ser resultado de esas interacciones, y 25 kilómetros al noroeste estarían los sitios del valle de Sahuaripa donde se han recuperado tiestos de cerámica policroma Casas Grandes (Carpenter *et al.*, 2015). Lo que podemos observar con claridad es que la Sierra Madre Occidental, es una vía de comunicación para un sistema cultural donde el caminar es parte del *modus vivendi*.

El territorio donde se encuentra Cerro La Yaqui se considera dentro de la tradición arqueológica Serrana, cuya extensión corresponde al centro-este del estado de Sonora; su distribución geográfica es muy amplia y aunque su uso como herramienta metodológica para interpretar los asentamientos del Cerro La Yaqui sea demasiado general, el uso de lozas café y roja en abundancia parece indicar esta afinidad. Así, los individuos enterrados en la Covacha Cerro La Yaqui serían parte de esta tradición. La infor-

¹⁷ La fecha media de *Oqui* es de 1089 d.C. mientras que la del individuo del fardo 3 es 1236 después de Cristo.

mación osteológica y genética permite proponer un modelo hipotético de que este espacio fue utilizado por un núcleo familiar, pero que no necesariamente fueron parientes directos de los habitantes de los ocupantes de los abrigos La Angostura I y II.



FIGURA 4. Tradiciones arqueológicas en el Noroeste de México y ubicación de los sitios descritos en el texto (fuente: Júpiter Martínez).

¿Dónde vivían los individuos de la Covacha La Yaqui? Considerando el patrón de asentamiento de los grupos prehispánicos, las terrazas aluviales del río Mulatos serían los espacios más productivos para la agricultura de riego y quizás esto se reflejaría en poblaciones mejor alimentadas. La covacha se localiza a ocho kilómetros arroyo arriba del río Mulatos, una distancia que implicaría un esfuerzo ceremonial viable para trasladar el bulto funerario, ascendiendo 500 metros en una pendiente promedio del 19%, hacia su lugar de descanso final.

Durante el trabajo de campo se realizó un breve recorrido por el río Mulatos, corroborando la existencia de sitios arqueológicos a lo largo del mismo, por lo que existe la posibilidad de asentamientos humanos menos marginales,¹⁸ que habrían hecho uso de las partes altas de los cerros para enterrar a sus muertos. Esos sitios podrían ser los asentamientos proto *O'ob* de la rama serrana (yécoras), ya que una característica ampliamente reportada entre

¹⁸ Entendiendo este concepto con relación al acceso de los recursos ambientales, principalmente las aguas permanentes del río Mulatos, así como toda la vegetación asociada al nicho ecológico que genera el cauce.

los actuales *O'ob* es el uso de cuevas funerarias, las cuales han sido reportadas tanto en Sonora como en Chihuahua. En la covacha se identificaron dos individuos con lesiones en la región lumbar por aplastamiento de vértebras, lo cual es una característica de caídas desde lugares altos, lo que también podría indicar un modo de vida con desplazamiento constante en terrenos escarpados donde tales accidentes podrían haber sido un fenómeno frecuente (ver detalles en Hernández *et al.* 2021).

Ahora bien, ¿de dónde provenían los individuos de la Covacha Cerro La Yaqui, potenciales habitantes de las márgenes del río Mulatos, pero con una huella isotópica distinta? Aunque es evidente que los datos son escasos, los tres grupos generados con los datos isotópicos nos obligan a proponer más hipótesis de trabajo. Lamentablemente no disponemos de muchos artefactos arqueológicos asociados, pero sin duda, tanto los recuperados de la covacha como los de Las Angosturas cumplen con el conjunto artefactual de la tradición arqueológica Serrana y por tanto, los habitantes podrían proceder de algún lugar ubicado dentro de la tradición mencionada. Tratando de dar coherencia a los resultados derivados de tradiciones arqueológicas e isótopos de oxígeno, se propone que éste debería corresponder con algún punto en la franja del territorio lingüístico identificado como pima bajo, 300 años después de la muerte de los individuos (figura 5).



FIGURA 5. Ubicación de los sitios de referencia en el mapa de lenguas del noroeste de México para el siglo XVI (modificado de Moctezuma, 1991:135).

Arqueológicamente hemos observado la movilidad de artefactos a larga distancia, en el caso específico de Sonora, los

más evidentes son las vasijas policromas Casas Grandes que presentan un patrón de movilidad de Paquimé a Trincheras, lo que en rumbos geográficos correspondería a un sentido este-oeste, lo que en nichos ecológicos concerniría a sierra-mar; la concha usada como ornamentación presenta un patrón similar, solo con un origen inverso: mar-sierra. ¿Cuánta gente se movió dentro de ese mismo patrón mar-sierra de forma permanente? Es una pregunta que no podemos responder con datos sólidos, pero los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ podrían sugerir una potencial interpretación.

Tanto los individuos de Covacha Cerro La Yaqui como los de La Angostura I, II y III podrían haber replicado el movimiento migratorio mar-sierra, algunos de puntos más distantes que otros, pero en un territorio donde habría aceptación de esa movilidad (observado en la variabilidad de los valores de $^{18}\text{O}_{\text{apa}}$ de toda la muestra). Los valores que presentan los tres individuos de Las Angosturas son sin embargo una gran incógnita, ya que los niveles de isótopos de oxígeno los ubican como originarios de una playa de la Costa Central de Sonora, por lo que resulta fundamental corroborar lo que indican los datos isotópicos, que no son del todo concordantes para identificarlos como pertenecientes a esa tradición cultural, ya que durante su niñez tuvieron el mayor consumo de carbohidratos procedentes de plantas C4 —maíz— que el resto de los individuos de la muestra, siendo un dato contradictorio a su origen. No obstante, debemos de recordar que durante los alzamientos de pimas y seris en el siglo XVIII reportados por Domingo Elizondo,¹⁹ se describen fuertes alianzas que bien podrían remontarse a algunos siglos atrás, cuando la movilidad de poblaciones habría sido aceptada y la presencia de niños pimas bajos viviendo en la costa habría sido resultado de dinámicas poblacionales que normalmente no consideramos por falta de evidencia en el registro arqueológico.

Por lo tanto, desde la perspectiva de la teoría de construcción del nicho (TCN), los abrigos rocosos de La Angostura posiblemente podrían haber sido aprovechados y acondicionados como campamentos estacionales por estos grupos de escasa densidad demográfica, pero altamente móviles, quienes podrían haber migrado desde la misma costa. En el caso de los abrigos y cuevas de La Angostura, las semillas de calabaza, los olotes, fragmentos de caña de maíz, bellotas y algunos huesos de venado y tortuga, indicativos del modo de subsistencia mixto, sugieren un patrón de asentamiento basado en el aprovechamiento de arroyos

¹⁹ Elizondo reporta enfrentamientos entre el ejército virreinal contra seris y pimas tanto en el territorio de la Costa Central como lugares más distantes como Movas o Nuri.

secundarios permanentes para practicar la agricultura en baja escala, que podría dar sustento a grupos pequeños, situación que los haría depender en una proporción relevante de la recolección de productos y frutos de su entorno, si bien no tendrían condiciones extremas de escasez en cuanto a la obtención de agua, si lo habría en torno a los recursos disponibles en zonas altas donde la recolección es más limitada (comparada con los valles), siendo los productos de recolección más comunes las nueces, bellotas, bayas y algunos productos de agave.

La teoría también postula la destrucción de nichos dependiendo de varios factores como la depresión de recursos causada por las actividades del depredador, cambios drásticos medio ambientales o catástrofes naturales (Laland *et al.*, 2001). Una de las aplicaciones de esta teoría en bioarqueología tiene relación con los cambios en la salud provocados por los cambios en la dieta —por disminución o aumento de los recursos alimentarios disponibles—; el estado de salud al momento de la muerte de estos individuos muestra deficiencias nutricionales y huellas de procesos infecciosos, adquiridos durante su vida adulta, posiblemente por agotamiento de esos mismo recursos. La baja estatura de los individuos más tardíos sugieren un proceso de ajuste del organismo ante el estrés alimentario, ante una menor talla la demanda de nutrientes es menor, lo que ilustraría uno de los postulados de esta teoría. Sin embargo, esperaríamos algún indicativo en materiales culturales que nos mostraran estos orígenes, algún artefacto ceremonial característico de la tradición Costa Central o proto-*comca'ac* o que, más plausible, podrían ser los mismos proto-pimas bajos que habitaran la costa por periodos de recolección, conviviendo con los grupos locales y eventualmente retornaran hacia las partes altas de la sierra con sus hijos criados en la costa

Conclusiones a manera de hipótesis

Los hallazgos presentados en este trabajo podrían en explicarse a partir de lo que sabemos de la alta movilidad de los grupos humanos, sin embargo, hacen falta análisis de isótopos más finos, tanto de restos humanos como de fauna, estudios de isótopos de estroncio y muestreo de restos zooarqueológicos para corroborar las diferentes hipótesis planteadas en el apartado de discusión. Otra línea de investigación potencial sería ampliar la franja de muestreo de agua a lo largo de la costa, especialmente hacia el sur del estado y norte de Sinaloa, donde podría haber una mayor coherencia en torno a la tradición arqueológica Serrana, sin obviar

el hecho de la larga presencia de los grupos pimanos en la región de Mulatos y Yécora.

En el caso de los individuos inhumados en los abrigos rocosos de Las Angosturas, puede ser factible su migración de la franja costera hacia sitios con más agua y por lo tanto con mayor alimento, pero no hay evidencia, hasta ahora, de consumo en su infancia de animales marinos y sí de plantas C4.

En el caso de los individuos que fueron inhumados en la Covacha del Cerro La Yaqui, durante su niñez también tuvieron una dieta no proteica, pero la huella isotópica 18O_{apa} ubica su origen en una región con un menor nivel de salinidad que el detectado para los individuos inhumados en Las Angosturas, por lo que es fundamental determinar su origen.

Oqui y el individuo del fardo 3, definitivamente compartieron de niños otra fuente de agua, pero no es la misma que las de los otros fardos. Teóricamente corresponde a la región noroeste de Chihuahua asociada a la cultura Casas Grandes o la tradición Jornada Mogollón, lo que explicaría la continuidad cultural encontrada en Bavispe y el aplanamiento del cráneo del fardo 3, un rasgo cultural que se ha reportado más frecuentemente en Chihuahua.

Como todas las investigaciones, los resultados generan más preguntas que respuestas. En este caso en particular, resulta indispensable llevar a cabo más investigaciones a lo largo del río Mulatos, para entender de mejor manera las dinámicas poblacionales y culturales de los pueblos serranos, que aunque moviéndose entre montañas, los recursos alimenticios representaron siempre un problema para su supervivencia, tal como se observó con los individuos recuperados en los abrigos de Las Angosturas. Es muy posible que el aprovechamiento de las terrazas del río Mulatos haya sido un recurso estratégico para la subsistencia de tales grupos y, quizás, reflejó un manejo del poder.

Referencias

Ambrose, Stanley H.

1993 Isotopic Analysis of Paleodiets: Methodological and Interpretive Considerations. En *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analyses in Anthropology*, editado por Mary K. Sandford, pp. 59-117. Gordon and Breach Science Publishers, Langhorne.

Ambrose, Stanley H., Brian M. Butler, Douglas B. Hanson, Rosalind L. Hunter-Anderson y Harold W. Krueger

1997 Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(3):343-361.

Archer Velasco, Jorge Nukyen

2015 Gente de nubes y caminos lejanos. Presencia foránea en Teotihuacan, la movilidad poblacional de Tlailotlacan, en el periodo Clásico mesoamericano. Tesis de Maestría en Antropología Física. Posgrado en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

Aufderheide, Arthur C.

1989 Chemical Analysis of Skeletal Remains. En *Reconstruction of Life From the Skeleton*, editado por Mehmet Yasar Iscan y Kenneth A. R. Kennedy, pp. 237-260. Alan R. Liss, Nueva York.

Barberena, Ramiro

2002 Los límites del mar. Isótopos estables en Patagonia meridional. Colección Tesis de Licenciatura, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Bate, Luis Felipe y Alejandro Terrazas Mata

2006 Apuntes sobre las investigaciones prehistóricas en México y América. *Boletín Antropológico*, 24(67):167-219.

Bearhop, Stuart, Colin E. Adams, Susan Waldron, Richard A. Fuller y Hazel MacLeod

2004 Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73(5):1007-1012.

Berriel, Raúl Ernesto

2002 Paleodieta de los mayas de Chac Mool, Quintana Roo. Tesis de Maestría en Arqueología. División de Posgrado, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Brito Benítez, Eva Leticia

2002 Análisis social de la población prehispánica de Monte Albán a través del estudio de la dieta. Tesis de Doctorado en Estudios Mesoamericanos. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Britton, Emma L.

2018 The Mineralogical and Chemical Variability of Casas Grandes

Polychromes Throughout the International Four Corners. PhD Dissertation. University of California, Santa Cruz, USA.

Buckberry, J. L. y A. T. Chamberlain

2002 Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119(3):231-239.

Buikstra, Jane E. y Douglas H. Ubelaker

1994 *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series No. 44. Arkansas Archaeological Survey Research, Arkansas.

Cardoso, Hugo F.V.

2007 Environmental Effects on Skeletal Versus Dental Development: Using a Documented Subadult Skeletal Sample to Test a Basic Assumption in Human Osteological Research. *American Journal of Physical Anthropology*, 132:223-233.

Carpenter, John Philip, Guadalupe Miranda Sánchez, Julio Vicente López y Alejandra Abrego Rivas

2015 Informe de las investigaciones de campo y análisis de materiales del proyecto arqueológico río Sahuaripa, 2013-2014. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro INAH Sonora, Hermosillo, Sonora.

Comas Camps, Juan

1983 *Manual de antropología física*. Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Dansgaard, W.

1964 Stable isotopes in precipitation. *Tellus XVI*: 436-468. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.2153-3490.1964.tb00181.x>, con acceso el 27 de julio de 2020.

Del Ángel Escalona, Andrés y Héctor Cisneros B.

2004 Technical note: Modification of regression equations used to estimate stature in Mesoamerican skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 125(2):264-265.

DeNiro, Michael J. y Samuel Epstein

1978 Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42(5):495-505.

Dupras, Tosha L. y Henry Schwarcz

2001 Strangers in a strange land: stable isotope evidence fro human migration in the Dakhleh Oasis, Egypt. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0640>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440301906405>, con acceso el 27 de julio de 2020.

Fuentes, Agustín

2016 Evolución y Cognición. *Cuicuilco*. 23(65):271-292.

Fuller, Benjamin T., Michael P. Richards y Simon A. Mays

2003 Stable carbon and nitrogen isotope variations in tooth dentine serial sections from Wharram Percy. *Journal of Archaeological Science*, 30(12):1673-1684.

García Reyes, Casandra y José Luis Andrade

2007 *Los isótopos estables del hidrógeno y el oxígeno en los estudios ecofisiológicas de plantas*. Sociedad Botánica de México, Distrito Federal, México.

Genovés Tarazona, Santiago

1966 *La proporcionalidad entre los huesos largos y su relación con la estatura en restos mesoamericanos*. Publicaciones del Instituto de Investigaciones Históricas. Serie Antropológica No. 19, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Goodman, Allan H. y Debra L. Martin

2002 Reconstructing health profiles from skeletal remains. En *Backbone History. Health and Nutrition of the Western Hemisphere*, editado por Richard H. Steckel y Jerome C. Rose, pp. 11-60. Cambridge University Press, Cambridge.

Hernández Espinoza, Patricia Olga, Júpiter Martínez Ramírez, José Ángel Ruiz Cabañas y Marco Zavaleta Lucido

2021 Salvamento Arqueológico Cerro La Yaqui, Municipio de Mulatos, Sonora. *Ventana Arqueológica*, primera época, 2:69-91. Consejo de Arqueología / Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

Hernández Espinoza, Patricia Olga y María Eugenia Peña Reyes

2010 *Manual para la identificación del sexo y la estimación de la edad a la muerte en esqueletos de menores de quince años*. Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

- Johnston, Francis E. y Louise O. Zimmer
1989 Assessment of Growth and Age in the Immature Skeleton. En *Reconstruction of Life from the Skeleton*, editado por Mehmet Yasar Iscan y Kenneth A.R. Kennedy, pp. 11 - 21. Wiley-Liss, Nueva York.
- Katzenberg, M. Anne y Andrea L. Waters-Rist
2018 Stable Isotope Analysis. En *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, pp. 467-504. <https://doi.org/10.1002/9781119151647.ch14>
- Laland, K. N. y M. J. O'Brien
2012 Cultural Niche Construction: An Introduction. *Biological Theory*, 6(3):191-202.
- Laland, K. N., J. Odling-Smee y M. W. Feldman
2001 Cultural niche construction and human evolution. *Journal of Evolutionary Biology*, 14(1):22-33.
- Lee-Thorp, Julia A.
2008 On isotopes and old bones. *Archaeometry*, 50:925-950.
- Longinelli, Antonio
1984 Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: a new tool for paleohydrological and paleoclimatological research? *Geochimica et cosmochimica Acta*, 48(2):385-390.
- Longinelli, Antonio y S. Nuti
1973 Revised phosphate-water isotopic temperature scale. *Earth and Planetary Science Letters*, 19(3):373-376.
- Lovejoy, Owen C.
1985 Dental wear in the Libben population: its functional pattern and rol in the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1):47-56.
- Lovejoy, O. C., Richard S. Meindl, Robert P. Mensforth y Timothy J. Barton
1985 Multifactorial determination of skeletal age at death. A method and blind test of its accuracy. *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1):1-14.
- Luz, Boaz, Yehoshua Kolodny y Michal Horowitz
1984 Fractionation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and environmental drinking water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(8):1689-1693.

Manzanilla, Linda R., Gabriela Mejía-Appel, Gerardo Jiménez, Peter Schaaf, Becket Lailson y G. Solís-Pichardo

2012 Caracterización de la población multiétnica de Teopancazco por isótopos estables, isótopos de estroncio y elementos traza. En *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*, editado por Linda R. Manzanilla, pp. 449-465. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, Ciudad de México.

Márquez Morfín, Lourdes y Ernesto González Licón

2022 *La población de Monte Albán. Prestigio, poder y riqueza*. Proa, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

Martínez Ramírez, Júpiter

2013 Informe del Proyecto Arqueológico Sierra Alta de Sonora. Segunda Temporada 2010. Centro INAH Sonora, Hermosillo, Sonora.

Massey, Douglas S., Joaquín Arango, Hugo Graeme, Alí Kouaouchi, Adela Pellegrino y J. Edward Taylor

1998 New migrations, new theories. En *Worlds in Motion. Understanding International Migration at the End of the Millennium*, pp. 1-16. Clarendon Press-Oxford, Oxford.

Meier-Augenstein, Wolfram y Helen F. Kemp

2016 *Stable Isotope Analysis: General Principles and Limitations*. John Wiley & Sons, Nueva York.

Meindl, R. S., O. C. Lovejoy, R. Mensforth y L. Don Carlos

1985 Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton: Implications for Paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology*, 68:79-85.

Mejía Appel, Gabriela Inés

2011 De pescado los tamales. Patrones de consumo alimenticio en un centro de barrio de Teotihuacan. *Estudios de Antropología Biológica*, XV:13-27.

Moctezuma Zamarrón, José Luis

1991 Panorama etnográfico de los kikapú de México. En *El Noroeste de México, sus culturas étnicas*, editado por Donaciano Gutiérrez y Josefina Gutiérrez Tripp, pp. 159-165. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Moreno, Eduardo, Atilio Francisco Zangrando, Augusto Tessone, Alicia Castro y Héctor Panarello

2011 Isótopos estables, fauna y tecnología en el estudio de los cazadores-recolectores de la costa norte de Santa Cruz. *Magallania (Punta Arenas)*, 39:265-276.

Negrete Gutiérrez, Sharon Samantha

2016 "Somos lo que comemos": relaciones identitarias en un grupo de habitantes de Chinikihá, Chiapas, a través del análisis de la alimentación. Clásico tardío. Tesis de Maestría en Antropología Física. División de Posgrado, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

Nelson, J. S., y Ash, M. M.

2010 *Wheeler. Anatomía, Fisiología y Oclusión Dental* (Novena ed.). España: Elsevier Saunders.

Ortega Cabrera, Verónica y Jorge Nukeyn Archer Velasco

2014 Pasado y presente de la presencia oaxaqueña en Teotihuacán, México. *Cuicuilco*, 21(61):137-164.

Ortega Muñoz, Allan y Lourdes Márquez Morfin

2021 Age-at-death standards for Mesoamerican Prehispanic and colonial infant, child, and juvenile skeletons. *Homo*, 72(4):263-280.

Panarello, Héctor O., Francisco Zangrando y Augusto Tessone

2006-2009 Isótopos estables en arqueología: principios teóricos, aspectos metodológicos y aplicaciones en Argentina. En *Xama. Publicación de la Unidad de Antropología*, pp. 115-133, <https://www.researchgate.net/publication/281150350>, Vol. 19-23.

Pfefferkorn, Ignacio

1983 *Descripción de la provincia de Sonora*, (Libro II), traducción de Armando Hopkins Durazo. Gobierno del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora.

Platas Neri, Diana Armida

2002 Reconstrucción de la población de San Buenaventura del Periodo Formativo, a través de un enfoque ecológico-adaptativo. Tesis de Licenciatura en Antropología Física. División de Licenciaturas, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Rebeles Martínez, Ana Gabriela

2017 Actualización del mapa isotópico ($\delta^{18}\text{O}$ y δD) de las aguas

naturales en la República Mexicana. Licenciatura en Geología. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional, México

Reitsema, Laurie J.

2013 Beyond diet reconstruction: Stable isotope applications to human physiology, health, and nutrition. *American Journal of Human Biology*, 25(4):445-456.

2015 Laboratory and field methods for stable isotope analysis in human biology. *American Journal of Human Biology*, 27(5):593-604.

Romano Pacheco, Arturo

1996 La craneología antropológica en México. En *La antropología en México: estudios sobre la población antigua y contemporánea*, editado por C. Serrano, S. López y L. Márquez, pp. 35-54. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ruvalcaba, José Luis y V. Becerra

2004 Estudio de paleodieta mediante el análisis PIXE de restos óseos de Teotihuacan. En *La ciencia de los materiales y su impacto en la arqueología*, editado por D. Mendoza, Eva Leticia Brito Benítez y J Arenas, pp. 41-53. Academia Mexicana de Materiales, A. C., México.

Sanhuenza, L. y F. Falabella

2010 Analysis of stable isotopes: from the archaic to the horticultural communities in central Chile. *Current Anthropology*, 51(1):127-136.

Saunders, Shelley R.

2008 Juvenile Skeletons and Growth-Related Studies. En *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, editado por M. Anne Katzenberg y Shelley R. Saunders, pp. 117-147. Wiley-Liss, Hoboken.

Schoeninger, Margaret J.

1995 Stable isotope studies in human evolution. *Evolutionary Anthropology*, 4(3):83-98.

Segesser, Phillipp

1991 [1737] *La relación de Philipp Segesser. Correspondencia familiar de un misionero en Sonora en el año de 1737*. Traducido por Armando Hopkins Durazo. Gobierno de Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora.

- Sponheimer, Matt y Julia A. Lee-Thorp
 1999 Isotopic evidence for the diet on an early hominid, *Australopithecus africanus*. https://www.researchgate.net/publication/13399952_Isotopic_Evidence_For_the_Diet_of_An_Early_Hominid_Australopithecus_africanus.
- Tiesler Blos, Vera
 2001 La estatura entre los mayas prehispánicos: Consideraciones bioculturales. *Estudios de Antropología Biológica*, X:257-273.
- Tiesler, Vera y Douglas Price
 2013 Las primeras generaciones de africanos en las Américas. *Arqueología mexicana*, 19(119):58-62.
- Ubelaker, D.H.
 1989 *Human Skeletal Remains. Excavations Analysis, Interpretation*. Taraxacum, Washington, D.C.
- Van der Merwe, Nikolaas J., Ronald F. Williamson, Susan Pfeiffer, Stephen Cox Thomas y Kim Oakberg Allegretto
 2003 The Moatfield ossuary: isotopic dietary analysis of an Iroquoian community, using dental tissue. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22(2003):245-261.
- Visser, Edward P.
 1998 Little Waifs: Estimating Child Body Size from Historic Skeletal Material. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8:412-423.
- Wassenaar, L., S. L. Van Wilgenburg, K. Larson y K. A. Hobson
 2009 A groundwater isoscape ($\delta^{18}\text{O}$ y δD) for Mexico. *Journal of Geochemical Exploration*, 102:123-136.
- White, Christine D., Michael W. Spence, Fred J. Longstaffe, Hilary Stuart-Williams y Kimberley R. Law
 2002 Geographic Identities of the Sacrificial Victims from the Feathered Serpent Pyramid, Teotihuacan: Implications for the Nature of State Power. *Latin American Antiquity*, 13(2):217-236.
- White, Christine D., Michael W. Spence, Fred J. Longstaffe y Kimberley R. Law
 2000 Testing the Nature of Teotihuacan Imperialism at Kaminaljuyu Using Phosphate Oxygen Isotope Ratios. *Journal of Anthropological Research*, 56(4):535-558.

- White, Christine D., Michael W. Spence, Hilary Le Q. Stuart-Williams y Henry P. Schwarcz
1998 Oxygen Isotopes and the Identification of Geographical Origins: The Valley of Oaxaca versus the Valley of Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 25:643-655.
- White, Christine D., Rebecca Storey, Fred Longstaffe y Michael W. Spence
2004 Immigration, Assimilation, and Status in the Ancient City of Teotihuacan: Stable Isotopic Evidence from Tlajinga 33. *Latin American Antiquity*, 15(2):176-198.