

OSTEOBIOGRAFÍA DE UN CRÁNEO PINTADO DE UN TEMPLO DEDICADO A XIPE TÓTEC, TEHUACÁN, PUEBLA, MÉXICO

*Judith L. Ruiz González^a, Diego Armando López^b, Oscar G. de Lucio Morales^c,
Miguel Pérez Flores^d, Soledad Ortiz Ruiz^e, Rocío Hernández Flores^f y
Noemí Castillo Tejero^g*

Resumen

En Mesoamérica, los huesos humanos fueron utilizados como herramientas de trabajo, armas y objetos votivos y religiosos. Sin embargo, los huesos de individuos sacrificados tenían un valor simbólico adicional, vinculado al acto de inmólación. Aunque parecen haber sido comunes, las evidencias de cráneos pintados recuperados en contextos arqueológicos son escasas. Este reporte de caso presenta los resultados del análisis osteobiográfico de un osario hallado en 2015 en Tehuacán, Puebla, al sur de una estructura ubicada en uno de los altares de sacrificio frente al templo dedicado a Xipe Tótec, una deidad asociada con la fertilidad, la regeneración de los ciclos agrícolas y la guerra. Complementada con análisis arqueométricos e iconográficos, esta investigación aporta nuevas evidencias sobre los huesos humanos pintados y su papel en los rituales de sacrificio, contribuyendo así a la discusión sobre su materialidad y simbolismo en Mesoamérica.

Palabras clave: tratamientos postsacrificiales, Posclásico, huesos decorados, Xipe Tótec, Tehuacán, Mesoamérica

^a Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. judithlrg@iia.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0173-5960>

^b Posgrado en Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México. citlalcoatl_@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5231-7142>

^c Departamento de Física Experimental, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México. olucio@fisica.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1602-0017>

^d Departamento de Física Experimental, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México. cignusx1.pf@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7137-3627>

^e Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. s.ortiz.ruiz@iia.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9128-5803>

^f Centro de Estudios Antropológicos, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México. rociohf@politicas.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8502-8402>

^g Dirección de Estudios Arqueológicos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. noemi_castillo@inah.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7917-7578>



OSTEOBIOGRAPHY OF A PAINTED CRANIUM FROM A TEMPLE DEDICATED TO XIPE TÓTEC IN TEHUACÁN, PUEBLA, MEXICO

Abstract

Human bones were used in Mesoamerica as work tools, weapons, and votive and religious paraphernalia. The bones of sacrificed individuals however had an additional symbolic value related to the sacrificial act itself. Painted crania seem to have been common but the evidence for recovered specimens in archaeological contexts is scant. This case study presents the results derived from the osteobiographic analysis of an ossuary found in 2015 at Tehuacán, Puebla, south of a structure in one of the sacrificial altars in front of the temple dedicated to Xipe Tótec, a deity associated with fertility, the renewal of agricultural cycles, and war. This study, which is supplemented with archaeometric and iconographic analyses, presents new evidence regarding painted human bones and their role in sacrificial rituals, thus contributing to the discussion regarding their materiality and symbolism in Mesoamerica.

Keywords: postsacrificial treatments, Postclassic, decorated bones, Xipe Tótec, Tehuacán, Mesoamerica

1. INTRODUCCIÓN

El uso de cabezas humanas fue una práctica fundamental en las culturas mesoamericanas. Hasta el momento, se han registrado cráneos sin modificaciones *perimortem* para la manufactura de objetos ornamentales, así como cráneos labrados, pintados o trabajados utilizando dos o más técnicas. Entre los ejemplos más destacados de cráneos ornamentales se encuentran los cráneos efigies del Templo Mayor (Robles *et al.* 2019), trabajados con técnicas de incrustación y pigmento, y el cráneo decorado con incrustaciones de piedra verde de la tumba 7 de Monte Albán (Caso 1969). Por su parte, los cráneos trabajados con las técnicas de tallado o grabado son menos comunes, ya que es más frecuente encontrar solo mandíbulas (Franco 1968). El único cráneo labrado completo encontrado *in situ* fue reportado por Kidder *et al.* (1946) en Kaminaljuyú, mientras que en otros contextos arqueológicos solo se han hallado fragmentos, como los del Cerro de las Mesas, en Veracruz, pertenecientes al Preclásico terminal e inicios del Clásico (Montiel *et al.* 2021)¹. El resto de cráneos tallados corresponden a colecciones como la de la Fundación Casa del Mendrugó (López 2023; Serrano *et al.* 2024) o el publicado por Sánchez y sus colaboradores (2011).

En 2015, los hallazgos del Proyecto Arqueológico Sur de Puebla, Tehuacán, en el Conjunto Central, registraron un osario en uno de los altares de la Estructura Suroeste 1, junto con fragmentos de estuco, piedras y adobes. Algunos segmentos de los cuerpos estaban articulados, como costillares, columnas vertebrales, cráneos con mandíbulas, y huesos largos y cortos sueltos, que sirvieron para reconocer a aproximadamente 95 individuos (Castillo Tejero 2015) (Fig. 1). Dentro de este conjunto, el hallazgo más sobresaliente fue un cráneo pintado con evidencias del tratamiento póstumo de víctimas de sacrificio que mostraba dos imágenes de color negro en el hueso frontal².

Este reporte de caso tiene como objetivo presentar los resultados de la osteobiografía de este cráneo que, junto con otros análisis, contribuirá a revelar nuevas evidencias sobre los huesos humanos y su simbolismo dentro de la ritualidad del sacrificio humano en Mesoamérica.

2. METODOLOGÍA

2.1. Osteobiografía

La osteobiografía es un método biográfico que permite adentrarse en la memoria histórica subyacente en el registro óseo (Saul 1972). Este estudio privilegia la perspectiva individual en la propuesta por encima de la poblacional, así como la utilización de toda la información derivada del análisis osteológico para reconstruir la biografía de personas singulares. La ausencia de una metodología sistemática hasta la fecha (Hosek y Robb 2019) se debe a la suposición de que cada individuo tuvo una experiencia de vida muy particular en la historia social.

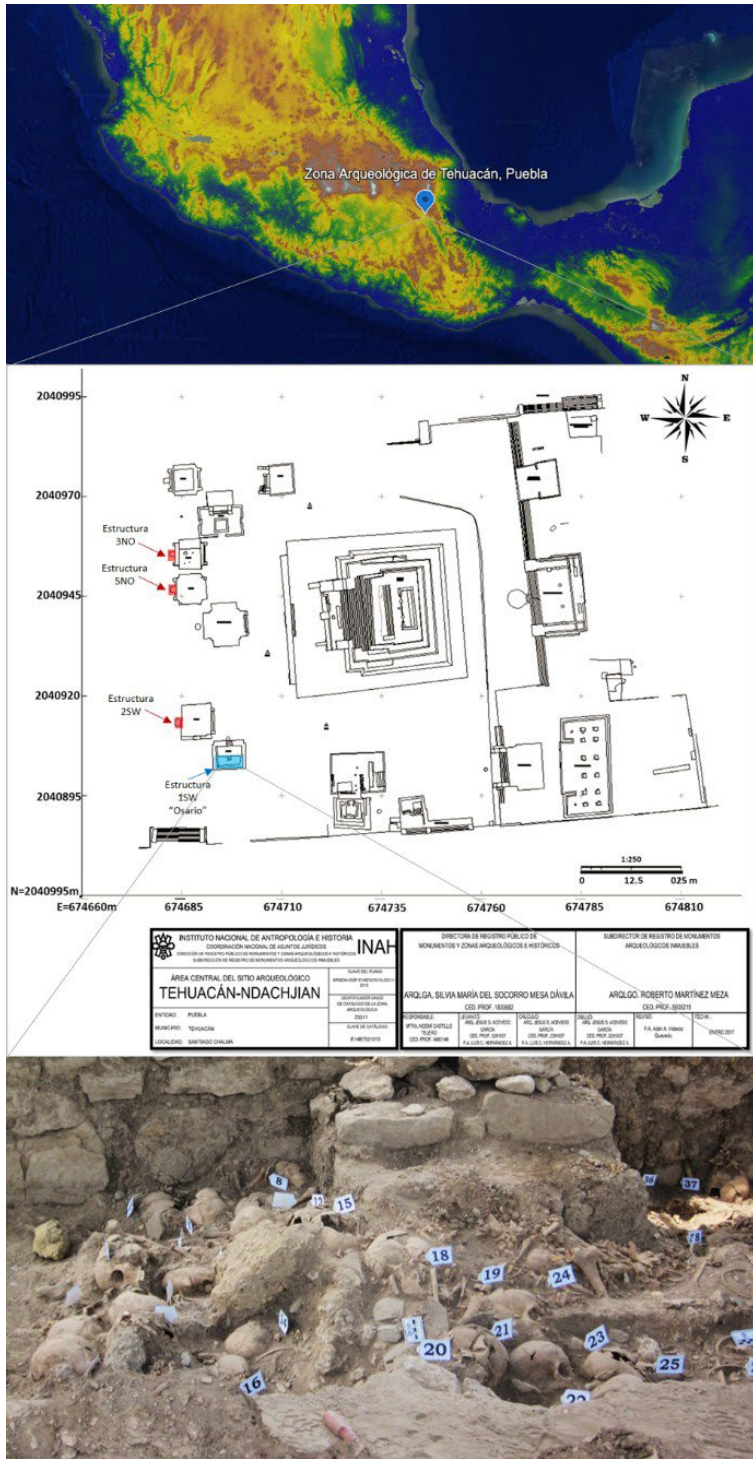


Figura 1. Ubicación de la Zona Arqueológica de Tehuacán y el osario en la Estructura SO-1 (mapa, plano y fotografía: Noemí Castillo Tejero).

Perfil biológico: edad, sexo y morfometría craneal

Para esta osteobiografía, contemplamos varias etapas de análisis: sexo (Stojanowski y Seidel 2023), edad (AlQahtani *et al.* 2010) y morfología craneal.

Dado que el cráneo en cuestión se encontraba en un estado de integridad regular y con la región facial fragmentada, se redujo el número de medidas tomadas para la morfometría craneal, que incluyeron: la longitud del cráneo (glabella-opistocráneo y nasion-opistocráneo), la anchura máxima (eurio-aurio), la anchura biastérica (asterión-asterión) y los diámetros nasion-bregma y bregma-lambda. Luego de medirlo, se lo comparó con otros cráneos prehispánicos y contemporáneos para estimar las distancias biológicas entre los diferentes grupos poblacionales, con el fin de evaluar los patrones de variación morfológica y las posibles relaciones de afinidad³.

Por su parte, el análisis estadístico contempló el estudio de los componentes principales (PCA) (Peña 2002). Previo a este estudio, las medidas se estandarizaron removiendo el efecto del sexo y la alometría, siguiendo la metodología de Ackerman *et al.* (2006) para el primer procedimiento y la de Darroch y Mosimann (1985) para el segundo.

Paleopatología

Se registraron las siguientes huellas patológicas: mastoiditis, líneas de hipoplasia y *criba crani*.

La mastoiditis (otomastoiditis) es una infección bacteriana de las celdas mastoideas. Es la reacción más frecuente a la otitis media aguda tras la perforación de la membrana timpánica. El diagnóstico en los huesos se complicó por la variabilidad inherente de la forma, el número y el tamaño de las cavidades neumatizadas de la mastoides, que pueden llegar a ser inexistentes. También es posible atribuir esta situación a un desarrollo deficiente durante la infancia (Flöhr *et al.* 2009: 444). Por su parte, las líneas de hipoplasia están relacionadas directamente con la desnutrición y la enfermedad (Towle e Irish 2020: 1-2), y la *criba crani* indica un período de estrés fisiológico durante el crecimiento y el desarrollo esquelético, ya sea debido a requerimientos nutricionales o a enfermedades en la infancia, cuyas huellas se conservan hasta la edad adulta.

La etiología que se encuentra en los techos de las órbitas es diversa e indica deficiencia de hierro o folato, deficiencia de vitamina B12, parásitos, raquitismo, intoxicación por plomo y anemias genéticas (es decir, talasemia y anemia de células falciformes), escorbuto, hemangiomas y lesiones traumáticas.

Reconstrucción de trayectorias tafonómicas

La trayectoria tafonómica es esencial para conocer la cronología de los agentes que causan modificaciones en el registro óseo, ya sean naturales o culturales, así como la conformación del depósito arqueológico (Fig. 2). En este estudio, se evalúa la diagénesis de factores biológicos, químicos y físicos, como las plantas del entorno y los diversos animales, especialmente aquellos que roen (ardillas, conejos, puercoespines, entre otros) (Indra *et al.* 2022) y los carnívoros y carroñeros que intervienen cuando tienen acceso a tejidos blandos en descomposición, como las aves carroñeras (*v. g.*, el zopilote aura o de cola corta, también conocido como buitres, que habita en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán). Las marcas de carroñeo pueden aparecer como líneas únicas o series de líneas características con un ancho creciente y de forma transversal «_/», que tienden a agruparse en conjuntos paralelos y ser más largas en los huesos más accesibles, en el caso de los buitres (Fetner y Sołtysiak 2013). Un factor importante en el acercamiento de las aves a un cadáver es la especie y la etapa de descomposición del cuerpo. Los córvidos (cuervos) y los busardos (águilas) comienzan a carroñar cuando los cuerpos presentan lesiones, mientras que otras especies esperan a que otros animales abran el cadáver. Las marcas de picos o garras de córvidos, busardos y halcones parecen cortes deslizantes, aunque los picos también pueden dejar marcas de punción cónicas o en forma de «V» (Indra *et al.* 2022).

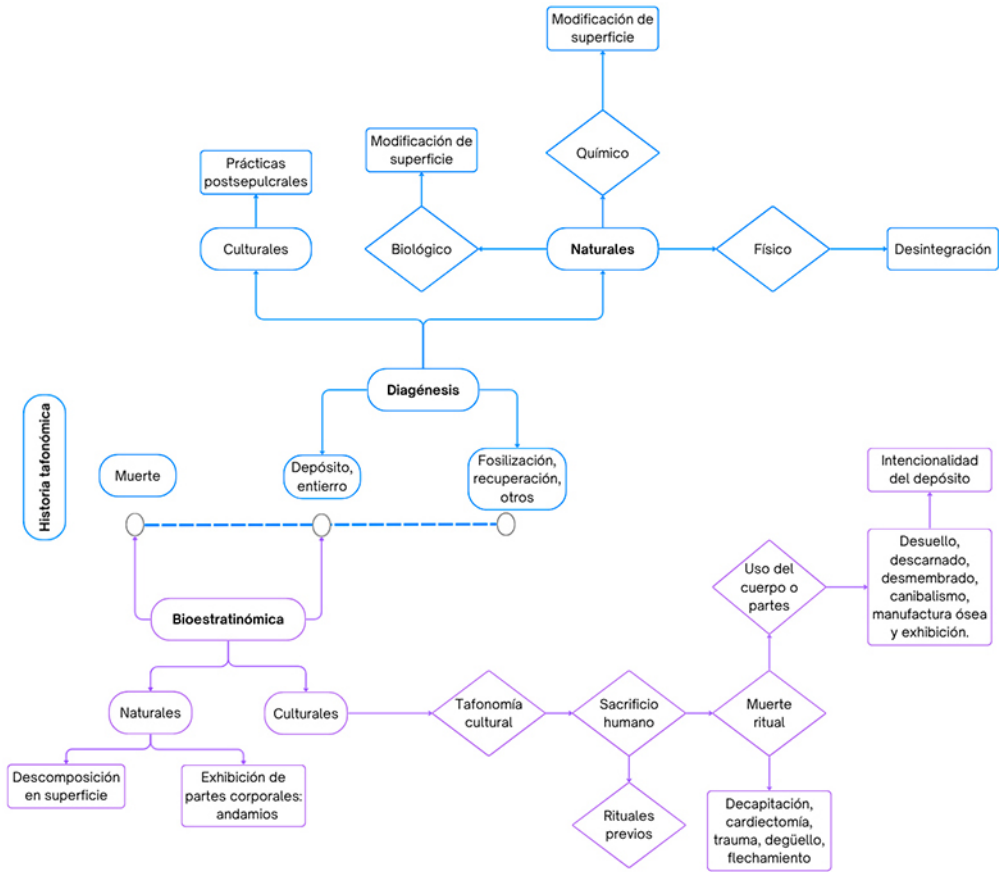


Figura 2. Cadena operativa en el estudio del cráneo pintado (gráfico: Judith Ruiz, basado en Forbes 2014 y Lloveras et al. 2016).

La diagénesis química altera la estructura del hueso mediante reacciones que producen cambios físicos: intercambio, acumulación de minerales o lavado (lixiviado), por ejemplo, la anegación del depósito y el vaivén del agua. La diagénesis física, por otro lado, se refiere a la desintegración causada por diversos agentes naturales, especialmente cuando no hay vegetación. La pérdida de humedad y el contenido orgánico producen cambios progresivos en los elementos óseos, generando que se blanqueen, agrieten, delaminen, descamen, fragmenten e, incluso, creen hongos en la superficie ósea debido a las condiciones climáticas y al tiempo de exposición (Castro 2022). La tafonomía bioestratinómica cultural se estudió utilizando la metodología propuesta por Pijoan (1997), en la que se evalúan ciertas marcas antrópicas: cortes deslizantes, cortes de hueso, raspado y estrías por percusión, entre otros. Estas marcas se refieren a posibles comportamientos, como el desollamiento, el descarnado o la manufactura (Fig. 2).

2.2. Análisis arqueométrico

El pigmento presente en este cráneo se caracterizó mediante una combinación de técnicas con el objetivo de identificar su composición material. Los métodos empleados fueron la fluorescencia de rayos X (XRF), la espectroscopia de infrarrojo (FTIR) y la imagen hiperespectral (HSI). También se llevó a cabo una observación microscópica para registrar la naturaleza del pigmento

y su aplicación al cráneo. Las medidas del trazo del pigmento se tomaron en las áreas con mayor acumulación, en las zonas del hueso sin pigmento y en la mandíbula. Las mediciones puntuales se realizaron utilizando técnicas XRF y FTIR, mientras que se utilizó HSI para un análisis global.

Fluorescencia de rayos X (XRF)

La XRF se basa en la interacción de rayos X con los átomos que componen un material, lo que permite identificar elementos sin tener en cuenta la estructura molecular o cristalina. En un espectro XRF, las intensidades de los picos de fluorescencia son proporcionales a la concentración de los elementos.

En este estudio se utilizó el sistema SANDRA, basado en un tubo de rayos X de Mo, alimentado por una fuente de HV Oxford Instruments. El sistema cuenta con un detector Amptek 123 SDD en un ángulo de 45° (Ruvalcaba *et al.* 2010). Los parámetros utilizados fueron 30 kV, 0.300 mA con un tiempo de adquisición de 90 segundos. Dos puntos se adquirieron en cada zona del objeto estudiado.

La calibración en energía se realizó con el estándar de referencia NIST-SRM 1412 (vidrio multicomponente). Los espectros XRF se analizaron utilizando el software PyMca de la European Synchrotron Radiation Facility, lo que permitió identificar picos asociados a los elementos presentes en los puntos analizados. Para establecer una comparación entre las mediciones de las diferentes zonas estudiadas y los elementos identificados, se empleó el material de referencia estándar NIST-SRM 1400 Bone Ashes.

Espectroscopia de infrarrojo (FTIR)

La FTIR identifica materiales a partir de las vibraciones moleculares, distingue entre compuestos orgánicos y minerales, y proporciona información sobre el orden atómico de los minerales. En este estudio, se utilizó un espectrómetro portátil Bruker Alpha Platinum en modo de reflectancia, con el módulo de muestreo de reflectancia de enfoque extendido A241/DL. Los espectros se obtuvieron con una resolución de 4 cm⁻¹ en el intervalo de 400-4000 cm⁻¹.

Imagen hiperespectral (HSI)

Las imágenes hiperespectrales combinan características espectroscópicas con información química que dan como resultado un espectro de reflectancia para cada píxel. Para obtenerlas, empleamos una cámara hiperespectral Surface Optics SOC710, que tiene una resolución espectral de 4.5 nanómetros en el intervalo de operación entre 400 nanómetros y 1000 nanómetros y una resolución de 1392×1392 píxeles. Para restar la contribución de la fuente de iluminación y la eficiencia del sensor, se utilizó un patrón Spectralon. La cámara se colocó a un metro y medio del objeto y las lámparas a 45° a cada lado de la cámara, formando un solo plano.

Dado que las imágenes hiperespectrales se componen de imágenes de longitudes de onda específicas, es posible combinarlas en los canales RGB, formando así imágenes en pseudocolor. Si las longitudes de onda se encuentran dentro del intervalo IR, estas imágenes proporcionan información química del objeto estudiado. Las bandas se seleccionaron para obtener el mejor contraste entre los materiales presentes en los objetos (Bonifazzi *et al.* 2008; Cosentino 2014; Hayem-Ghez *et al.* 2015).

2.3. Iconografía

El método propuesto para analizar las representaciones pictóricas en esta pieza consiste en realizar un estudio formal o estilístico, en lugar de un análisis iconográfico (López 2023, 2024). En cuanto a la técnica, se ha determinado que la línea de color negro fue pintada. Respecto a los aspectos plásticos, se reconoce que la imagen A está situada en el centro del hueso frontal, mientras que la imagen B se encuentra a su derecha, a un centímetro de distancia. Su composición figurativa

es similar a la de los glifos, aunque aún no se han encontrado imágenes análogas. Cabe señalar que los motivos probablemente no fueron pintados con intención decorativa o simbólica, en comparación con las imágenes talladas en otros cráneos precolombinos, donde el espacio se utiliza para saturar y ornamentar la bóveda craneal. La composición de las imágenes parece indicar que fueron realizadas para marcar o identificar visualmente el cráneo (Fig. 3).

3. RESULTADOS

3.1. Perfil biológico y paleopatología

Los criterios osteológicos utilizados para asignar el sexo femenino fueron los rasgos craneales poco robustos (mastoidales pequeños, arcos superciliares discretos y menor desarrollo muscular)⁴. El rango de edad entre 17 y 18 años se determinó observando que el tercer molar apenas iniciaba su erupción, basándonos en la propuesta de Alqatani *et al.* (2010). El cráneo presenta un ligero aplanamiento en la zona lambda, interpretado como una variación morfológica y no como el resultado de un modelado cefálico. Los análisis de la morfometría craneal indican un neurocráneo de forma alargada. En el análisis comparativo, se contrastaron las variables de longitud y ancho del cráneo con los datos de ejemplares prehispánicos de la Casa del Mendrugo, del valle de Maltrata y de grupos contemporáneos mixtecos y zapotecos (Fig. 4). El individuo de Tehuacán muestra mayor similitud con dos de Maltrata, que también presentaron la misma forma alargada. Este aspecto es relevante, pues ambos valles formaban parte de una ruta estratégica de intercambio entre el altiplano central, las planicies del Golfo y la Mixteca en Oaxaca. Los materiales cerámicos y los patrones de asentamiento evidencian una interacción constante entre el valle de Maltrata y Tehuacán, lo que sugiere similitudes biológicas entre sus poblaciones (Lira 2009).

Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA), que no incluyó datos de grupos contemporáneos, ya que la referencia consultada no cuenta con las medidas aplicables al cráneo pintado de Tehuacán. Los resultados del PCA explicaron el 75.16 % de la varianza de las variables originales en los dos primeros componentes. El primer componente principal explicó el 55.11 % de la variación morfológica total de las medidas correspondientes a la longitud del cráneo en los valores positivos, mientras que la variable que describe el ancho máximo se encuentra en los valores negativos. El segundo componente principal explicó el 20.05 % de la variación morfológica. Las variables se refieren a la longitud del parietal en valores positivos, mientras que los valores negativos se refieren a la medida relacionada con la longitud del frontal.

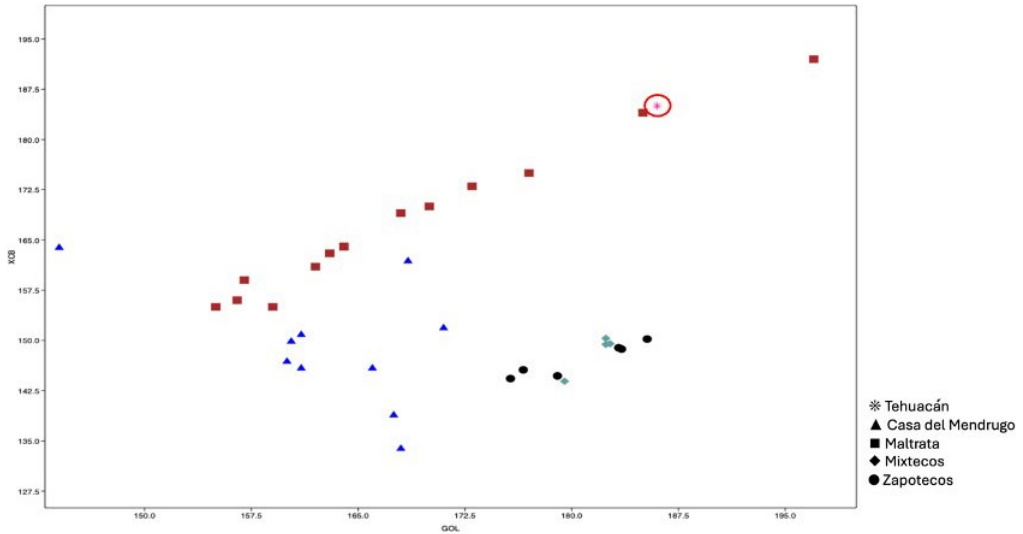
La Fig. 5 muestra que la variación principal se debe a la longitud del cráneo. Los cráneos cortos se encuentran en el extremo negativo del componente 1. A medida que se desplazan hacia el extremo positivo, se vuelven más alargados. En el componente 2, los valores negativos corresponden a cráneos con frontales más cortos, y los valores positivos corresponden a individuos con parietales más alargados.

Cabe señalar que el origen de la variación registrada depende de la longitud del cráneo, donde el de Tehuacán (asterisco rojo en círculo azul, Fig. 5) se agrupa nuevamente con los individuos con cráneos alargados del valle de Maltrata, que presentan una morfología similar.

Por otro lado, el estudio paleopatológico indica que este individuo sufrió varios padecimientos durante la infancia. Una hipótesis es que estos eventos fueron sinérgicos. En cuanto a la mastoiditis, las radiografías de los huesos temporales derecho e izquierdo muestran celdillas de aire muy amplias, y la pérdida diagenética no permite evaluar el hueso esclerótico en el ápice de la apófisis. De las siete regiones de celdas mastoideas, se perdieron la punta interna y la punta externa, mientras que las que se pueden observar son las regiones retrosinus, sinus y perifacial (Fig. 6). Sin embargo, no queda claro si su arquitectura altamente neummatizada se debe a la hipocelularidad primaria o secundaria. La condición hipocelular primaria de la apófisis mastoideas se produce



Figura 3. Figuras en el hueso frontal del cráneo pintado (fotografías: Oscar G. de Lucio; composición: Judith Ruiz).



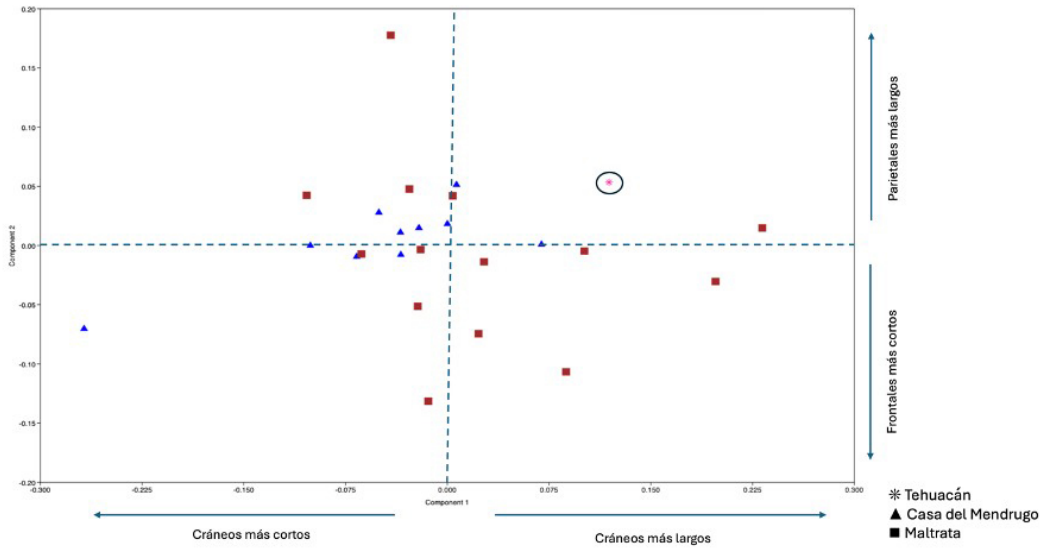


Figura 5. Gráfico de dispersión del análisis de PCA: (*) asterisco rojo=cráneo pintado de Tehuacán, (■) cuadrado vino=valle de Maltrata, (▲) triángulo azul=Casa del Mendrugo (gráfico: Rocío Hernández).

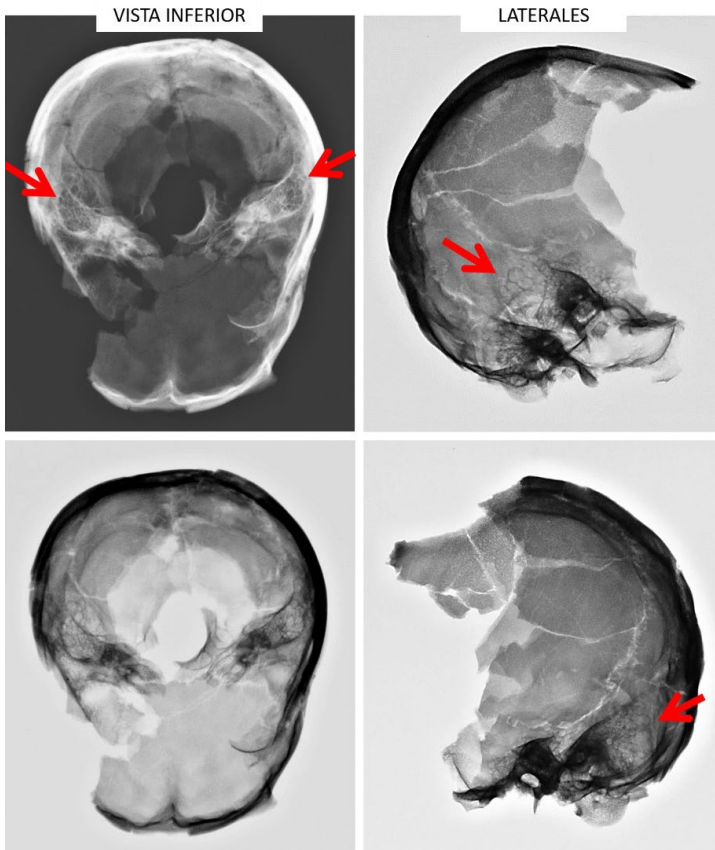


Figura 6. Radiografía del cráneo pintado en diferentes vistas (imágenes: Abigail Meza).

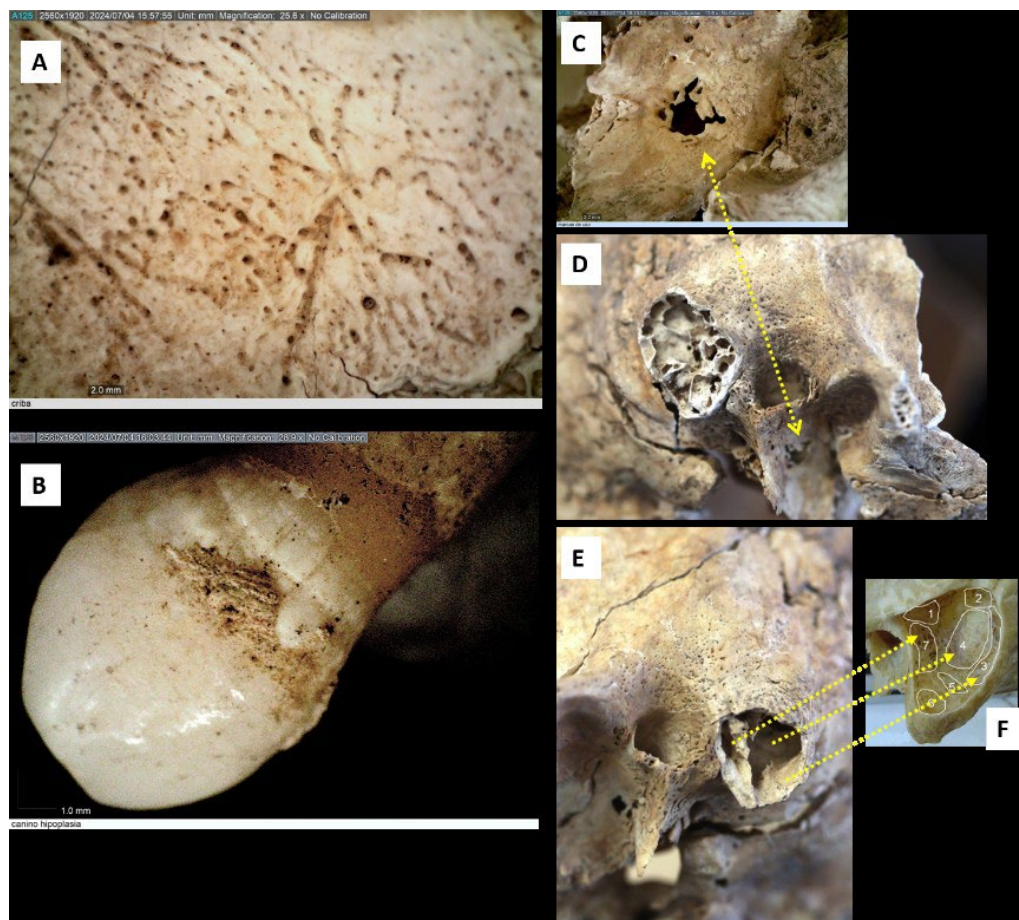


Figura 7. A: Criba en techo orbital curada (Rinaldo *et al.* 2019). B: Hipoplasia en canino superior, formada entre los 4 y 4.9 años (Primeau *et al.* 2015). C: Lesión lítica. D: Detalle de neumatización ampliada. E y F: Grupos de celdillas mastoideas (Arruñada 2010: 102) (fotografías y composición: Judith Ruiz).

Finalmente, se identificó estrés fisiológico, ya fuera debido a requerimientos nutricionales o a diversas enfermedades, específicamente entre los 4 y 4.9 años de edad (Primeau *et al.* 2015) basándose en la hipoplasia del esmalte en forma de línea en el canino superior, así como en la presencia de hueso cribótico en el techo de las órbitas, aunque esta última lesión tiene múltiples etiologías, incluidas las no patológicas (Figs. 6 y 7) (Rinaldo *et al.* 2019).

3.2. Muerte y manipulaciones póstumas

Es imposible determinar la causa de la muerte del individuo, pues no existen elementos tafonómicos que lo indiquen. Sin embargo, la iconografía del lugar donde se encontraron los restos aporta evidencias indirectas de sacrificio humano. En primer lugar, el tema de la decapitación se representa en *xantiles* sin cabeza y cráneos de barro y de piedra. En segundo lugar, la escultura de Xipe Tótec hallada en el basamento piramidal de un templo muestra una cardiectomía realizada mediante una esternotoracotomía bilateral transversal (técnica C).

Después de la muerte ritual del individuo en cuestión, se procedió a la desarticulación de la cabeza, como lo demuestran los cortes deslizantes en la sutura occipito-mastoidea izquierda

que afectaron al músculo esternocleidomastoideo. En el lado izquierdo de la región interna de la mandíbula, estos cortes afectaron a los músculos milohioideo y digástrico, mientras que en el lado derecho se ubicaron entre la fosa yugular y el cóndilo occipital. Asimismo, se reconocen en el músculo recto lateral de la cabeza, en la protuberancia occipital externa derecha, en el recto posterior y entre la sutura occipito-mastoidea y la incisura mastoidea izquierda, nuevamente en el músculo digástrico (Tabla 1, Fig. 8).

Los cortes deslizantes en la aponeurosis epicraneana de los huesos frontal y parietal derecho indican un desuello transversal, con trayectorias casi paralelas a la sutura coronal y una dirección de izquierda a derecha para desprender el tegumento en dos secciones y obtener la piel facial intacta para su uso en una máscara (Cortés 2020). Los cortes en los huesos frontal y parietal difieren, lo que indica que la separación se realizó en varios intentos.

Es interesante notar que las marcas de descarné afectan mayormente el lado izquierdo del cráneo y la mandíbula, en dirección opuesta al desuello: de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante, para limpiar y exponer la superficie ósea como área de trabajo en la región frontal y malar. Se registraron aproximadamente 55 cortes deslizantes para intervenir en los músculos temporal, occipital y auricular, y 11 marcas de raspado en la inserción del ligamento temporomandibular, que inhibe el desplazamiento del cóndilo mandibular, dejando intacta la cápsula sinovial de la articulación temporomandibular (Tabla 1, Fig. 8). Esto evidencia una esqueletización parcial, pero con la mandíbula articulada, aunque también hubo esqueletización total en la zona de horadación y pintado.

La horadación circular en el *vertex* indica que el cráneo fue colocado sobre un andamio vertical, lo que pudo haber ocurrido de dos maneras: a) mediante percusión y desgaste con obsidiana o pedernal, con la masa encefálica *in situ* para amortiguar la percusión (Castro 2022: 165, 167); o b) marcando la superficie y el calado del área. La Fig. 9 muestra el negativo de las escamas desprendidas y las microfracturas, con tres zonas con ondas radiales que indican diferentes golpes de percusión, así como desgaste para ampliar la superficie.

Región anatómica		Músculo o inserción	Correlato osteológico	Conducta	Función
Facial	Frontal	Aponeurosis epicraneana	2: CSH	Desuello: técnica 2 (Cortés 2020)	Dirección transversal
		Marca de agua región frontal, interna	x	x	Indica posición de cráneo en depósito
	Cresta frontal	Músculo frontal	4: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Supraorbital	Músculo orbicular de los ojos	2: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Sutura cigomaticomaxilar	Músculo cigomático menor	Trazo	Descarne	Exponer superficie ósea
Vista superior	Parietal derecho, cerca de sutura coronal	Aponeurosis epicraneal	1: CSH	Desuello	Técnica 2 transversal (Cortés 2020)
		Agrietamiento por intemperismo			Exposición a la intemperie
	Parietales y frontal	Perforación circular de 57.7 mm de ancho por 62.14 mm de largo	Fracturas por percusión y desgaste	Horadación	Exhibición de cabeza en andamio en forma vertical
	Frontal, cerca de sutura coronal	Borde de perforación	Posibles picos o garras de ave carroñera	x	Elementos óseos accesibles a fauna carroñera
	Parietal derecho, cerca de sutura sagital	Borde de perforación	3: Posibles punciones cónicas de ave carroñera	x	Elementos óseos accesibles a fauna carroñera
	Parietal derecho, cerca de sutura sagital	Borde de perforación	Roeduras	Aflar dientes	Elementos óseos accesibles a fauna carroñera
Lateral derecho	Hueso temporal derecho	Músculo temporal	3: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea

Región anatómica		Músculo o inserción	Correlato osteológico	Conducta	Función
Lateral izquierdo	Hueso parietal izquierdo	Debajo de línea curva de temporal, músculo temporal	7: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Hueso parietal izquierdo	Entre suturas temporal y occipital, músculo occipital	1: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Hueso temporal izquierdo	Músculo temporal	17: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Hueso temporal izquierdo sobre conducto auditivo externo y línea curva inferior	Músculo auricular y músculo temporal	10: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
	Proceso cigomático izquierdo	Ligamento temporomandibular	11: RA	Retirar periostio	Limpiar superficie
	Sutura occipitomastoidea izquierda	Músculo esternocleidomastoideo	1: CSH	Desarticular	Separar cráneo del tórax
	Mandíbula interno izquierda	Músculo pterigoideo lateral y medio	9: CSH	Desarticular	Separar cráneo del tórax
		Músculo milohioideo	12: CSH	Desarticular	Separar cráneo del tórax
		Músculo digastricus	5: CSH	Desarticular	
		Agrietamiento en cuerpo y rama	x	x	Exposición a la intemperie
	Mandíbula externo izquierda	Inserción músculo temporal	8: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
		Músculo masetero	25: CSH	Descarne	Exponer superficie ósea
		Músculo bucinator	5: CSH	Descarne	Esqueletización parcial
		Agrietamiento en cuerpo y rama	x	x	Exposición a la intemperie

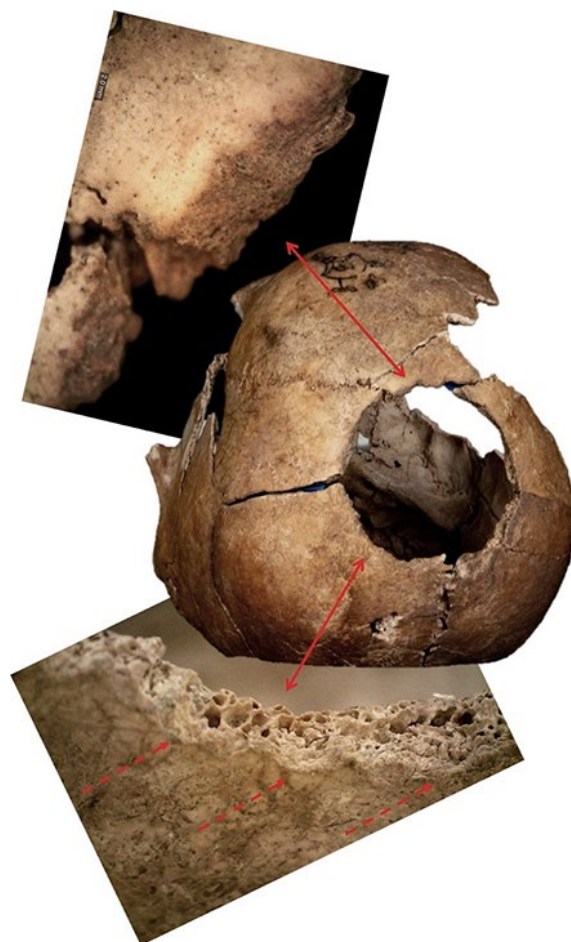


Figura 9. Percusión y desgaste en el borde del orificio (fotografías y composición: Judith Ruiz).

Según las características de la erosión física en el hueso descarnado (Castro 2022), presente en regiones del cráneo pintado: cuerpo y rama mandibular, parietal derecho y endocráneo (puntillero oscuro por hongos, agrietamiento, descamación en hojuela, e inicio de coloración blanquecina y dientes con fracturas longitudinales en esmalte), se deduce que el cráneo estuvo expuesto durante un tiempo considerable, con afectación media hasta la superficie ósea (Castro 2022). No obstante, las variaciones climáticas de Tehuacán y la poca profundidad del hallazgo (60 centímetros) en un sustrato comprimido, fino y poco húmedo deben tenerse en cuenta como factores que aceleran la diagénesis y el intemperismo en un hueso descarnado.

El cráneo en el andamio fue accesible a fauna carroñera, como roedores y aves. Posteriormente, fue depositado en un osario con la región facial hacia abajo, según las marcas de agua en el hueso frontal visibles en la imagen hiperespectral (Fig. 14).

3.3. Motivo de la pintura: identificador del personaje (nombre o numeración)

Para comprender mejor las imágenes pintadas, fue necesario elaborar dibujos como parte del registro, la descripción y la interpretación del objeto. Aunque la línea se trazó originalmente de manera continua y precisa, el desgaste provocado por los procesos diagenéticos borró algunas

secciones. El hueso se analizó a detalle para reconstruir su forma original y reproducirla en los dibujos, denominados imágenes A y B.

La imagen A muestra un círculo concéntrico rodeado de formas puntiagudas irregulares que se extienden hacia arriba. En la parte inferior se observa un posible rostro, con una nariz pequeña y una boca definida por el mentón. En su conjunto, esta figura parece tratarse de un rostro con cabello despeinado y ojo grande, comparable a los ejemplos del *Códice Laud* (Fig. 10).

La imagen B se configura a partir de una trenza que se divide en dos formas puntiagudas, de las que emerge un círculo en forma de abanico. En el centro aparece un óvalo que se asemeja a una hoja. Del borde surgen tres líneas que dan lugar a tres figuras: la de la derecha se parece a una serpiente, la del centro a una mariposa y la de la izquierda tiene una forma indefinida.

Para el análisis iconográfico se buscaron imágenes análogas en códices de la tradición mixteca-puebla: Borgía, Laud, Nuttal y Viena. Dada la escasez de referencias, se revisaron algunos glifos de La Ventilla en Teotihuacán, así como la pintura mural de regiones como Puebla-Tlaxcala y Oaxaca, con el fin de ampliar el corpus comparativo y profundizar en el estilo y el significado de las imágenes.

3.4. Caracterización arqueométrica

Los datos obtenidos por XRF se analizaron utilizando el software PyMca, lo que permitió identificar aluminio, silicio, hierro, calcio, fósforo, potasio, cloro, titanio, manganeso, cromo, zinc, arsénico y estroncio en el hueso, así como un aumento de manganeso y arsénico en el área del pigmento. La presencia de manganeso sugiere que se trata de un pigmento mineral, por lo que se analizó la pirolusita como material de referencia (Fig. 11). Los elementos identificados no permitieron descartar la presencia de un pigmento mineral, pero tampoco la confirmaron, ya que indican tanto la composición de la materia ósea como la absorción elemental sufrida por su exposición a los sedimentos (Fig. 12).

En el caso de la espectroscopia de infrarrojo, se obtuvieron espectros del área del pigmento y se realizaron mediciones del cráneo para comparar la composición molecular del hueso y del pigmento. Los resultados indican la presencia de carbón, fosfatos, carbonatos y aminas. El carbón solo está presente en el pigmento, al igual que la pirolusita. Esto sugiere que la preparación del pigmento incluyó el uso de carbón y algún sedimento negro, posiblemente pirolusita, mezclado con un aglutinante orgánico para adherirlo al hueso. Sin embargo, no pudimos distinguir ningún componente orgánico que no estuviera asociado al tejido óseo (Fig. 13).

En cuanto a la imagen hiperespectral, se obtuvieron tomas de tres regiones del cráneo, que se analizaron mediante el cubo hiperespectral (Fig. 14) y donde se pudo observar lo siguiente. En la imagen de pseudo color IR (Fig. 14b), el pigmento negro utilizado presenta una absorción considerable, incluso en la región infrarroja del espectro electromagnético, alrededor de 859 nanómetros. Estos datos concuerdan con el posible uso de negro carbón, que tiene un amplio rango de absorción. Por otro lado, la imagen MNF (*minimum noise fraction*) (Fig. 14c) correlaciona la información previa mediante análisis estadístico multivariable, lo que indica el uso del mismo material. También permite correlacionar una zona oscura en el lado derecho del cráneo, que posiblemente contenga el mismo material. Adicionalmente, los trazos pintados se resaltaron utilizando un conjunto diferente de imágenes MNF (Fig. 14d), en las que se destaca la zona donde se encuentran las líneas y la que difiere de las zonas externas, que puede estar relacionada con algún tipo de tratamiento de superficie.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En Tehuacán se han realizado otros hallazgos relacionados con prácticas sacrificiales que conviene mencionar: por ejemplo, la ofrenda de clausura al Altar de Cráneos del Posclásico Tardío (1250-

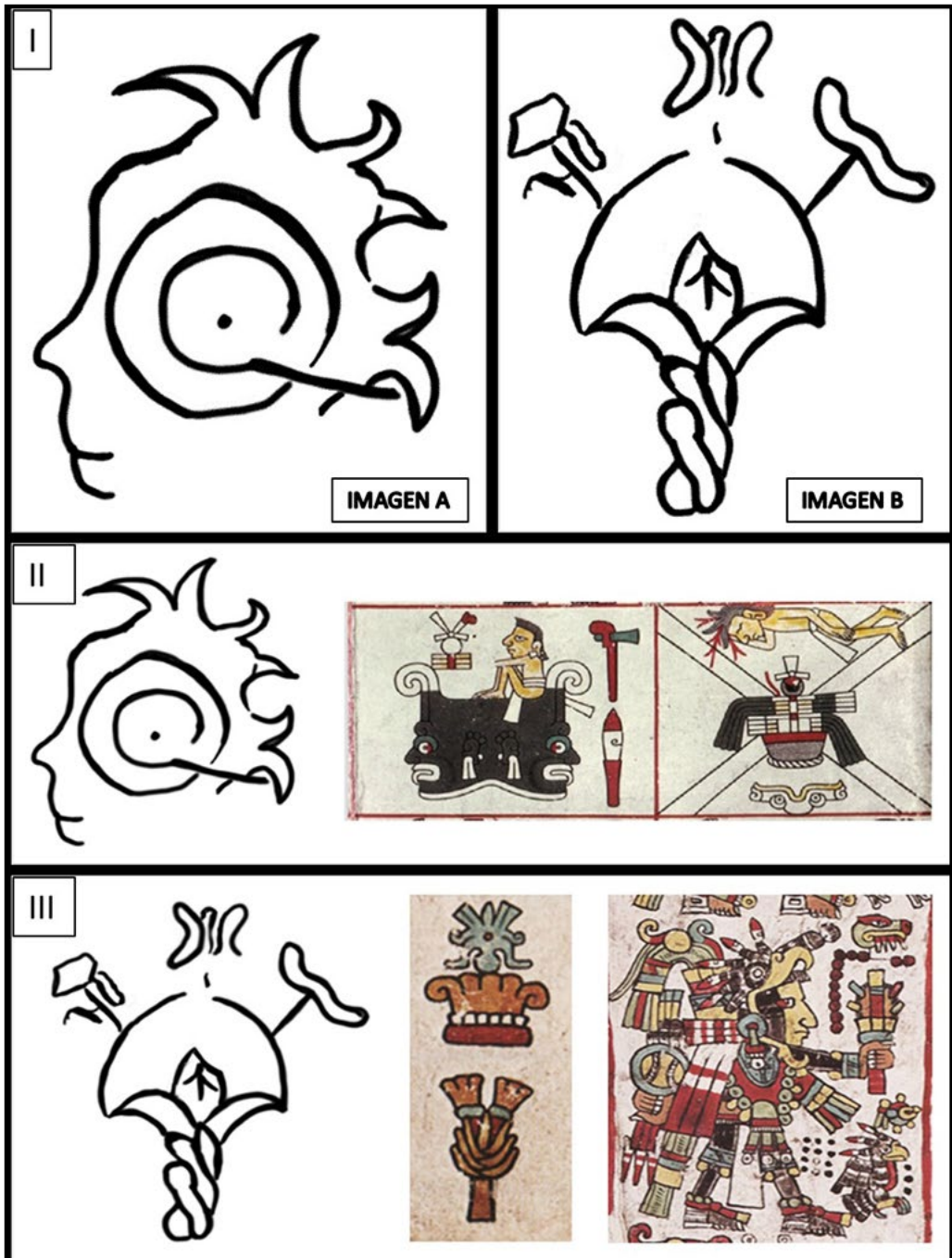


Figura 10. I: Imagen A y B en el frontal del cráneo pintado. II: Imagen A. A la izquierda, una forma similar a una cabeza con el cabello despeinado, con un ojo grande y concéntrico. A la derecha, ejemplos de personajes en el Códice Laud que muestran distintas formas de representar el cabello. III: Imagen B. A la izquierda, una forma que se asemeja a un abanico o flor. A la derecha, imágenes del Códice Laud (dibujos: Diego López).

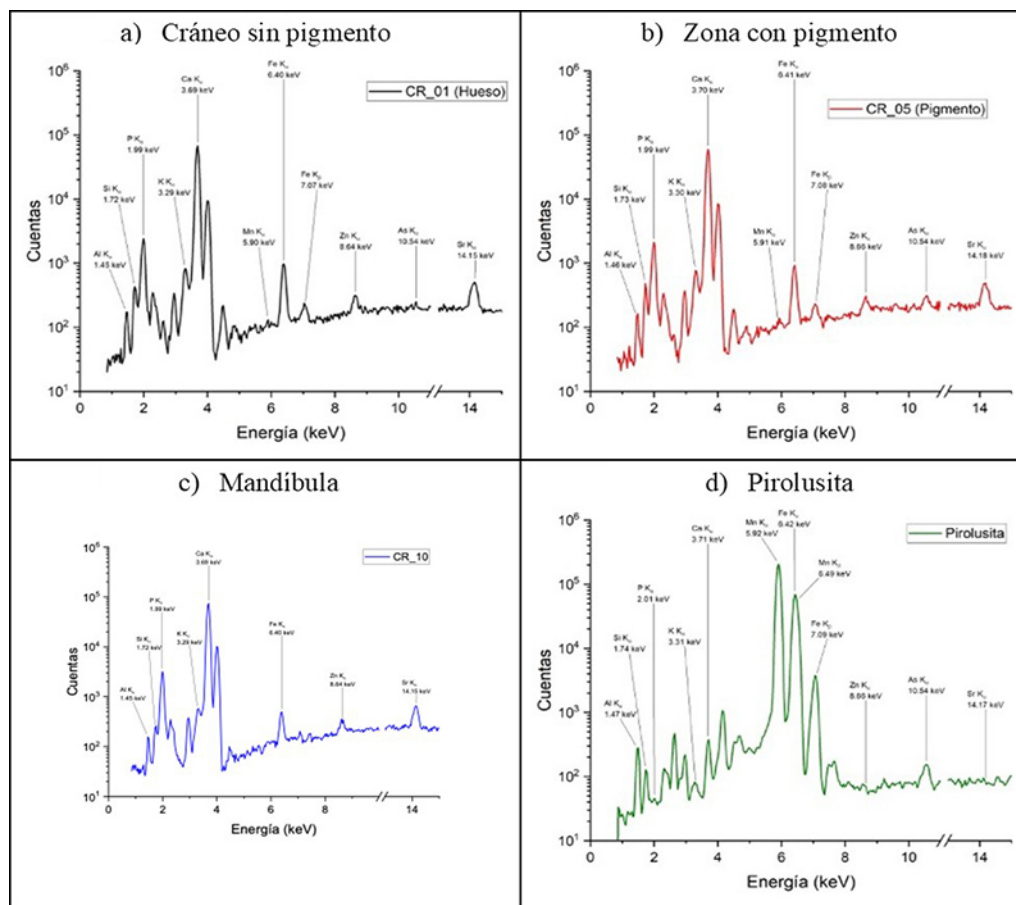


Figura 11. Espectros representativos de diferentes áreas de análisis (gráficos: Oscar G. de Lucio).

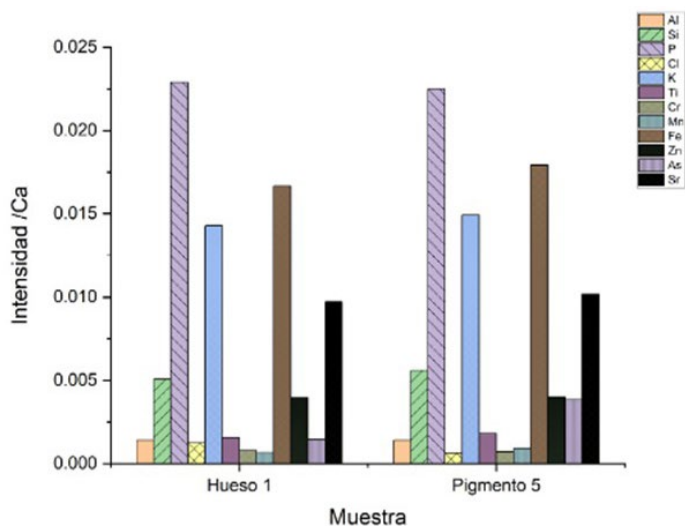


Figura 12. Histograma que compara la composición elemental promedio del hueso sin pigmento y del área de pigmento analizada. Las intensidades se encuentran normalizadas al calcio (gráfico: Oscar G. de Lucio).

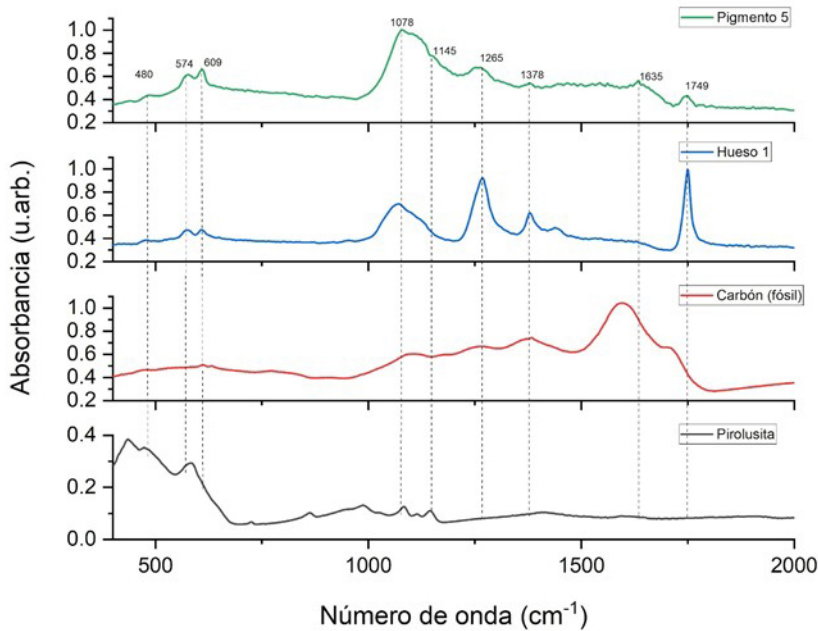


Figura 13. Análisis de espectroscopia de infrarrojo. Se comparan los espectros de hueso, pigmento y materiales de referencia, y se indican las bandas identificadas que pertenecen al grupo de carbonatos y fosfatos (gráfico: Oscar G. de Lucio).

1521 d.C.), dedicado a Mictlantecuhtli, que incluía más de 40 individuos, entre adultos e infantes, y las 12 esculturas de *xantiles*, personajes antropomorfos, algunos descarnados de la región facial. De estos últimos, uno estaba sin cabeza, cubierto de estuco y pigmentado, y era de manufactura local, con posible influencia estilística mexicana (González 2014). También se recuperaron tres representaciones semicompletas de Xipe Tótec, dos cráneos humanos fijados con estuco en nichos del Templo de las Calaveras, cráneos de barro y de piedra, y *xantiles* de barro alusivos a Mictlantecuhtli. En este sentido, las evidencias arqueológicas e iconográficas del sitio demuestran la práctica de la decapitación o separación de la extremidad cefálica, el desollamiento y el descarnado como parte de la ritualidad a los númenes de la muerte.

En Mesoamérica, la cabeza como segmento corporal desempeñaba un papel central en la vida espiritual y social, ya que se consideraba un centro anímico: *tonalli* en náhuatl o *b'aahis* entre los mayas, que denotaba identidad y estatus. Las cabezas humanas eran metáforas de frutos o semillas en germinación (Martínez 2007; Tiesler 2017a), con propiedades fecundantes inherentes (Taube 2017). En los rituales postsacrificatorios, las cabezas podían desollarse, descarnarse, alterarse térmicamente, exhibirse en andamios o convertirse en máscaras o en instrumentos. Asimismo, podían reutilizarse para cumplir múltiples funciones en los tratamientos póstumos (Chávez 2017).

La cabeza del individuo femenino joven objeto de esta investigación presenta un neurocráneo alargado, un rasgo que, aunque forma parte de la variación morfológica humana, es poco frecuente en los grupos del centro-sur de Mesoamérica. Esto plantea la posibilidad de que procediera de una región distinta a Tehuacán.

La evidencia antrópica indica una larga cadena operativa para este individuo, desde su desarticulación hasta su preparación, que incluyó el desuello, el descarnado y el pintado de las figuras. La horadación en el *vertex* remite a las empalizadas de cráneos horizontales características del norte de México, así como las de Jalisco, de Zacatecas, de Teotihuacán en el altiplano, de Monte Albán

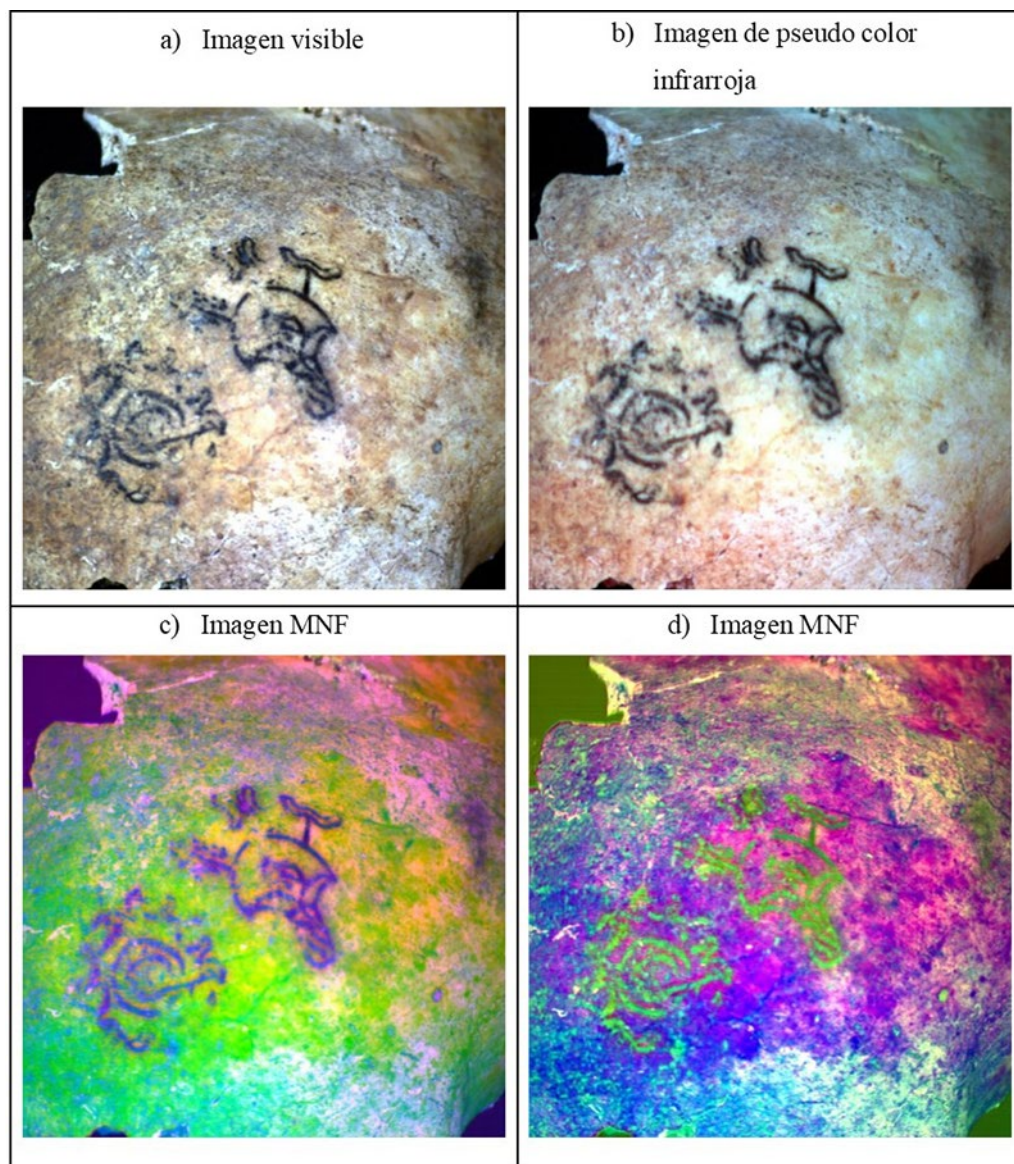


Figura 14. Análisis de imagen hiperespectral. a) Imagen visible obtenida a partir de las longitudes de onda 640 nanómetros en el canal rojo, 552 nanómetros en el canal verde y 470 nanómetros en el canal azul. b) Imagen de pseudo color obtenida a partir de las longitudes de onda 859 nanómetros en el canal rojo, 651 nanómetros en el canal verde y 552 nanómetros en el canal azul. c) Imagen MNF. A partir de un análisis estadístico multivariable se obtiene un conjunto nuevo de imágenes que condensa la información contenida en los cubos hiperespectrales y que permite separar la señal real del ruido. d) Imagen MNF construida con las componentes 2 en el canal rojo, 3 en el canal verde, 1 en el canal azul para resaltar el contraste entre las diferentes regiones (fotografías: Miguel Pérez).

en Oaxaca y del área maya: Toniná y Chichen Itzá (Ruiz González 2021; Tiesler 2017b). Estas prácticas se diferencian de las empalizadas verticales del altiplano central: el Templo Mayor, Tlatelolco y Zultepec-Tecoaque, a pesar de la influencia mexicana en la región popoloca (Castillo Tejero 2002).

Cabe destacar las marcas dejadas por las aves carroñeras, atraídas por los tejidos blandos del cráneo femenino con esqueletización parcial intencionada. En la iconografía mesoamericana, las aves se representan devorando corazones, vísceras, ojos y lenguas en escenas de sacrificio, como en los relieves del Tajín y en el *Códice Madrid* (85a-86a, 87a-88a). Esto sugiere que eran visitantes frecuentes de los andamios de cráneos y participantes en escenarios de la muerte.

En cuanto a los motivos pintados, se propone que los trazos eran posibles marcas: nombres, números o motivos ceremoniales con el fin de identificar el cráneo en el tzompantli. El análisis osteológico reveló una gran perforación en la parte superior del cráneo, lo que indica su pertenencia a un tzompantli vertical. Las técnicas arqueométricas detectaron la presencia de carbón y pirolusita en el pigmento utilizado para decorar las figuras pintadas.

En conclusión, el cráneo pintado de Tehuacán constituye una evidencia excepcional de los tratamientos postsacrificiales en el Posclásico mesoamericano. El análisis osteobiográfico revela la historia biológica de una joven afectada por enfermedades infantiles y su transformación ritual en un objeto ceremonial, posiblemente vinculado a Xipe Tótec. Este hallazgo amplía nuestro conocimiento sobre la diversidad de las prácticas rituales y el simbolismo del cuerpo en Mesoamérica.

Agradecimientos

Al Proyecto Sur del Estado de Puebla, Área Central Popoloca. Al Proyecto PAPIIT 1A401024 Estudios arqueométricos y biomoleculares en poblaciones prehispánicas en el centro de Veracruz e Hidalgo, al proyecto CONAHCyT CF 2019-731762 y al proyecto PAPIIT 1G100424 por el apoyo en la caracterización arqueométrica. También agradecemos a Xiadani Donají Méndez Ortíz, Carolina Nateras Franco, Carlos Serrano Sánchez, Abigail Meza y Patxuka de Miguel Ibáñez. Finalmente, gracias a los dictaminadores de este manuscrito por sus comentarios.

NOTAS

- ¹ El informe arqueológico sobre el hallazgo es muy general y no contiene descripciones detalladas sobre la distribución de los elementos óseos ni un registro visual, datos elementales para la interpretación de este contexto arqueológico (Castillo Tejero 2015; Castillo Tejero *et al.* 2015).
- ² La técnica con la que se trabajó es el esgrafiado y se aprecia en el área de la glabella como parte de una máscara trofeo con pigmento rojo.
- ³ Procedencia de los cráneos comparables: Casa del Mendrugo de origen zapoteca (n=10) (Serrano *et al.* 2024); valle de Maltrata, Veracruz (n=13) (Serrano y Hernández 2024) y población contemporánea de origen mixteco (n=4) y zapoteco (n=6) (Comas y Faulhaber 1965).
- ⁴ En la serie osteológica se observa que los individuos masculinos jóvenes presentan ya de manera marcada los rasgos dismórficos sexuales, aún en edades tempranas de la adultez.

REFERENCIAS

- Ackermann, Rebeca R., Jeffrey Rogers y James M. Cheverud. 2006. Identifying the morphological signatures of hybridization in primate and human evolution. *Journal of Human Evolution* 51: 632-645. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.07.009>
- AlQahtani, Sakher J., Mark P. Hector y Helen M. Liversidge. 2010. The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology* 142(3): 481-490. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>
- Arruñada, Fernando J. 2010. Anatomía del oído y su importancia en la cirugía. *Revista Argentina de Anatomía Online* 1(3): 100-105.

- Bonifazzi, Claudio, Pierluigi Carcagni, Raffaella Fontana, Marinella Greco, Maria Mastroianni, Marzia Materazzi, Enrico Pampaloni, Luca Pezzati y Davide A. Bencini. 2008. A scanning device for VIS-NIR multispectral imaging of paintings. *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics* 10(6): 1-9. <https://doi.org/10.1088/1464-4258/10/6/064011>
- Caso, Alfonso. 1969. *El tesoro de Monte Albán*. Instituto Nacional de Arqueología e Historia, Ciudad de México.
- Castillo Tejero, Noemí. 2002. Cartografía de sitios mencionados en fuentes históricas del área del Valle de Tehuacán, Puebla. *Arqueología* 27: 63-72.
- Castillo Tejero, Noemí. 2015. Proyecto arqueológico sur del estado de Puebla, área central Popoloca, Tehuacán, Puebla. Informe de la temporada 2015-1. Manuscrito en archivo, Consejo de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- Castillo Tejero, Noemí, Omar García Zepeda, Alma Delia Olvera Mancera, Luis Alerito Guerrero Jordan y Jesús Acevedo. 2015. Proyecto sur del estado de Puebla, área central Popoloca: Informe de la temporada 2015-2. Manuscrito en archivo, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Estudios Arqueológicos.
- Castro, Jacqueline. 2022. La exhibición y la reutilización de los cráneos del tzompantli en Tenochtitlan: un análisis de los procesos de intemperismo. Tesis de licenciatura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- Chávez, Ximena. 2017. *Sacrificio humano y tratamientos postsacrificiales en el Templo Mayor de Tenochtitlan*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- Comas, Juan y Johanna Faulhaber. 1965. *Somatometría de los indios triques de Oaxaca, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, Ciudad de México.
- Cortés, Víctor. 2020. *El desollamiento humano entre los mexicas. Reportes del Proyecto Templo Mayor*. Ancient Cultures Institute, Edgewood Avenue, San Francisco.
- Cosentino, Antonino. 2014. Identification of pigments by multispectral imaging; a flowchart method. *Heritage Science* 2: 8. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-8>
- Darroch, John N. y James E. Mosimman. 1985. Canonical and principal components of shape. *Biometrika* 72(2): 241-252. <https://doi.org/10.1093/biomet/72.2.241>
- Fetner, Rafał A. y Arkadiusz Soltysiak. 2013. Shape and distribution of griffon vulture (*Gyps fulvus*) scavenging marks on a bovine skull. *Journal of taphonomy* 11(1): 41-47.
- Flöhr, Stefan, Uwe Kierdorf y Michael Schultz. 2009. Differential diagnosis of mastoid hypocellularity in human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology* 140(3): 442-453. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21087>
- Forbes, Shai. 2014. Taphonomy in bioarchaeology and human osteology. En *Encyclopedia of Global Archaeology*, editado por Claire Smith, pp. 7219-7225. Springer, New York.
- Franco, José Luis. 1968. *Objetos de hueso de la época precolombina*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- González, Zulema A. 2014. Restauración de una cabeza de Mictlantecuhtli: de la iconografía a la manufactura. *Intervención* 5(9): 54-64.
- Hayem-Ghez, Anita, Elisabeth Ravaud, Clotilde Boust, Gilles Bastian, Michel Menu y Nancy Brodie-Linder. 2015. Characterizing pigments with hyperspectral imaging variable false-color composites. *Applied Physics A* 121: 939-947. <https://doi.org/10.1007/s00339-015-9458-8>
- Hosek, Lauren y John Robb. 2019. Osteobiography: a platform for bioarchaeological research. *Bioarchaeology International* 3(1): 1-15. <https://doi.org/10.5744/bi.2019.1005>
- Indra, Lara, David Errickson, Alexandria Young y Sandra Lösch. 2022. Uncovering forensic taphonomic agents: animal scavenging in the European context. *Biology* 11(4): 601. <https://doi.org/10.3390/biology11040601>
- Kidder, Alfred V., Jesse D. Jennings y Edwin M. Shook. 1946. *Excavations at Kaminaljuyu, Guatemala*. The Pennsylvania State University Press, University Park.
- Lira, Yamire. 2009. El valle de Maltrata, Veracruz. Ruta de comunicación y comercio durante más de 3000 años. En *Caminos y mercados de México*, editado por Janet Long Towell y Amalia Attolini Lecón, pp. 129-150. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas; Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- Lloveras, Lluís, Carme Rissech Badalló y Nadihuska Rosado Méndez. 2016. Tafonomía forense. En *Patología y antropología forense de la muerte: la investigación científico-judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública*, editado por César Sanabria-Medina, pp. 453-523. Forensic Publisher, Bogotá.
- López, Diego A. 2023. El estilo regional de las imágenes trabajadas en los cráneos y huesos largos de la Fundación Casa del Mendrugó. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

- López, Diego A. 2024. Las imágenes labradas en los cráneos de la Fundación Casa del Mendrugo: propuesta metodológica para el análisis estilístico e iconográfico de la colección. En *Más allá de la muerte: bioantropología e iconografía de la colección arqueológica del Museo Casa del Mendrugo, Puebla, México*, editado por Serrano Sánchez, Carlos, Bernd Fahmel Beyer y Oswaldo Camarillo Sánchez, pp. 157-180. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Ciudad de México.
- Martínez, Roberto. 2007. Las entidades anímicas en el pensamiento maya. *Estudios de Cultura Maya* 30: 153-174.
- Montiel, Mireya, Vera Tiesler, Annick Daneels y Luisa Mainou. 2021. Procesamiento ritual póstumo del cuerpo humano durante el Protoclásico. Un estudio de caso procedente de Cerro de las Mesas. En *Tratamientos mortuorios del cuerpo humano: perspectivas tafonómicas y arqueotanatómicas*, editado por Vera Tiesler, Shintaro Suzuki y Grégory Pereira, pp. 341-365. Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos; Research Institute for the Dynamics of Civilizations, Okayama University, Ciudad de México; Okayama.
- Peña, Daniel. 2002. *Análisis de datos multivariantes*. McGraw Hill Interamericana de España, Madrid.
- Pijoan, Carmen M. 1997. Evidencias de sacrificio humano y canibalismo en restos óseos. El caso del entierro número 14 de Tlatelolco, D.F. Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de posgrado, Universidad Autónoma de México, Ciudad de México.
- Primeau, Charlotte, Sara O. Arge, Charlotte Boyer y Niels Lynnerup. 2015. A test of inter- and intra- observer error for an atlas method of combined histological data for the evaluation of enamel hypoplasia. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2: 384-388. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.03.007>
- Rinaldo, Natascia, Nicoletta Zedda, Barbara Bramanti, Irene Rosa y Emanuela Gualdi-Russo. 2019. How reliable is the assessment of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalis in skeletal human remains? A methodological approach for quantitative verification by means of a new evaluation form. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 3549-3559. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00780-0>
- Robles, Erika L., Ximena Chávez Balderas y Alejandra Aguirre Molina. 2019. Imágenes de la muerte en la Ofrenda 141: el simbolismo de los cráneos efigie. En *Al pie del Templo Mayor de Tenochtitlan. Estudios en honor de Eduardo Matos Moctezuma*, tomo II, editado por Leonardo López Luján y Ximena Chávez Balderas, pp. 207-233. Colegio Nacional, Ciudad de México.
- Ruiz González, Judith L. 2021. *Toniná, una ciudad maya de Chiapas. Vida y muerte en las postrimerías del colapso maya*. Paris Monographs in American Archaeology 54. Archaeopress, Oxford. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1zckzhn>
- Ruvalcaba, José L., D. Ramírez Miranda, Valentina Aguilar Melo, F. Picazo. 2010. SANDRA: a portable XRF system for the study of Mexican cultural heritage. *X-Ray Spectrometry* 39(5): 338-345. <https://doi.org/10.1002/xrs.1257>
- Sánchez, Pedro F., Ángel I. Rivera y María Teresa Castillo (coords.). 2011. *Un cráneo y un caracol de estilo Mixteca-Puebla*. Primera edición. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- Saul, Frank P. 1972. *The human skeletal remains of Altar de Sacrificios. An osteobiographic analysis*. Peabody Museum Press, Cambridge.
- Serrano, Carlos y Rocío Hernández. 2024. La población prehispánica de Maltrata. Perfil cráneoológico. Ponencia presentada en 1er Congreso Transdisciplinario de Ciencias Antropológicas: Nuevos paradigmas interculturales ante la crisis civilizatoria del mundo globalizado, 4-6 de septiembre, Museo Nacional de Antropología, Ciudad de México.
- Serrano Sánchez, Carlos, Bernd Fahmel Beyer y Oswaldo Camarillo Sánchez (eds.). 2024. *Más allá de la muerte. Bioantropología e iconografía de la colección arqueológica del Museo Casa del Mendrugo, Puebla, México*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Fundación Casa del Mendrugo, Puebla.
- Stojanowski, Christopher M. y Andrew C. Seidel. 2023. *Forensic anthropology: an introductory lab manual*. University Press of Florida, Gainesville.
- Taube, Karl A. 2017. Los «andamios de cráneos» entre los antiguos mayas. *Arqueología Mexicana* 148: 28-33.
- Tiesler, Vera. 2017a. El simbolismo de la cabeza en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana* 148: 22-27.
- Tiesler, Vera. 2017b. Cráneos perforados y tzompantlis en Chichen Itzá. *Arqueología Mexicana* 148: 46-51.
- Towle Ian y Joel D. Irish. 2020. Recording and interpreting enamel hypoplasia in samples from archaeological and palaeoanthropological contexts. *Journal of Archaeological Science* 114: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105077>

Recibido: junio 2025
Aceptado: febrero 2026