

# **Estudios de Antropología Biológica**

## **Volumen XIX**

Editores

Jorge Alfredo Gómez Valdés  
Carlos Serrano Sánchez  
Juan Manuel Argüelles San Millán

Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto de Investigaciones Antropológicas  
Instituto Nacional de Antropología e Historia  
Asociación Mexicana de Antropología Biológica  
México 2021



**CULTURA**  
SECRETARÍA DE CULTURA



ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA



# ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XIX

Editores

Jorge Alfredo Gómez Valdés

Carlos Serrano Sánchez

Juan Manuel Argüelles San Millán



Instituto Nacional  
de Antropología  
e Historia

 **CONACULTA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA  
MÉXICO 2021

*Comité editorial*

Bernardo Arriaza  
Gustavo Barrientos  
Miguel Botella  
Assumpcio Malgosa  
José Luis Nieto  
Carmen Pijoan  
Florence Rosemberg  
Vera Tiesler  
María Villanueva  
José Luis Vera  
Carlos Pineda Villaseñor

Primera edición: 2021

© D. R. 2021 Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México.  
Instituto de Investigaciones Antropológicas  
[www.iaa.unam.mx](http://www.iaa.unam.mx)

© 2021, Instituto Nacional de Antropología e Historia  
Córdoba 45, Col. Roma, 06700, México, Ciudad de México.  
<https://www.inah.gob.mx/>

© 2021, Asociación Mexicana de Antropología Biológica  
<https://www.amab.org.mx/>

ISBN UNAM: 978-607-30-5512-3  
ISBN del INAH: 978-607-539-606-4

Todos los manuscritos presentados para su publicación en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, son sometidos a un riguroso proceso de dictaminación bajo el principio de doble ciego y de acuerdo con el Reglamento del Comité Editorial: [http://www.iaa.unam.mx/instituto/transparencia/documentosIIA/REGLAMENTO\\_CE\\_10MAR\\_2021.pdf](http://www.iaa.unam.mx/instituto/transparencia/documentosIIA/REGLAMENTO_CE_10MAR_2021.pdf)

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Portada: diseño de Jimena Sánchez García

D.R. Derechos reservados conforme a la ley  
Hecho en México

## ÍNDICE

Presentación . . . . .	7
<i>Jorge Alfredo Gómez Valdés, Carlos Serrano Sánchez, Juan Manuel Argüelles San Millán</i>	
Los atributos de la identidad. El caso de Tamtoc, San Luis Potosí, México . . . . .	9
<i>Patricia Olga Hernández Espinoza</i>	
La mandíbula grabada del Recinto Sagrado de Tenochtitlan . . . . .	55
<i>Víctor Cortés Meléndez, Guilhem Olivier, Ximena Chávez Balderas</i>	
Cambio en la longitud de tibia y talla entre dos poblaciones mayas de la península de Yucatán . . . . .	85
<i>Saul Chay, Vera Tiesler, Federico Dickinson</i>	
Análisis filogenético vía paterna de nueve etnias de México . . . . .	113
<i>Rodrigo Rubi-Castellanos, Mayra Elizabeth García-Aceves, José Alonso Aguilar-Velázquez, Gabriela Martínez-Cortés, Nuño-Arana Ismael, Héctor Rangel-Villalobos</i>	
COMUNICACIÓN CORTA	
El trato humanitario y ético del cuerpo muerto . . . . .	155
<i>Albertina Ortega Palma, José Manuel Bezanilla</i>	
ARTÍCULO DE REVISIÓN	
Filogenia y comportamiento: implicaciones en estudios primatológicos . . . . .	175
<i>Bernardo Urbani, Martín Kowalewski</i>	



## PRESENTACIÓN

El presente volumen, número XIX de la serie de *Estudios de Antropología Biológica*, da continuidad a un esfuerzo de más de siete lustros para la publicación de artículos científicos de alta calidad en el campo de la antropología física.

*Estudios de Antropología Biológica* es una publicación coeditada por la Asociación Mexicana de Antropología Biológica, el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, con el propósito de dar a conocer los resultados de investigación en esta disciplina, así como de propiciar la vinculación y el diálogo entre especialistas de otros campos de estudio de México y en un amplio ámbito internacional.

A través del tiempo, esta publicación ha difundido trabajos de temas clásicos de la antropología física e incidiendo en las nuevas temáticas que se han venido gestando; en este sentido, ha estimulado también la colaboración interdisciplinaria que caracteriza a la investigación en nuestros tiempos.

En una primera época, hasta el volumen XVIII (2010), estuvo destinada a dar difusión a las contribuciones primeramente presentadas en el Coloquio Internacional de Antropología Física “Juan Comas”, de celebración bienal. A partir del presente volumen se tomó el acuerdo de recibir, además de los textos aportados en dichos coloquios, los trabajos originales que sus autores deseen enviar en todo momento.

A partir del volumen XIII (2007) se ha editado exclusivamente en formato digital y proporciona acceso libre a su contenido; con ello se busca dar vía libre a la investigación antropológica publicada en sus páginas, integrándola a un contexto de intercambio de conocimiento a nivel global.

Los trabajos publicados por *Estudios de Antropología Biológica* forman parte del índice [www.revistasunam.mx](http://www.revistasunam.mx) y, a su vez, se encuentran disponibles en la página electrónica de la AMAB, [www.amab.org.mx](http://www.amab.org.mx).

En estas líneas, deseamos finalmente apelar a la comprensión de los autores de los trabajos y de los lectores por el retraso en la aparición del



volumen, debido a causas ajenas a nuestra voluntad; esperamos recuperar en adelante su oportuna publicación. Asimismo, deseamos agradecer a los miembros del cuerpo de árbitros que apoyaron la presente edición, así como al personal del Departamento de Publicaciones del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, que se encargó del proceso de edición de este volumen.

*Los editores*

# LOS ATRIBUTOS DE LA IDENTIDAD. EL CASO DE TAMTOC, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Patricia Olga Hernández Espinoza

*Centro INAH Sonora/Proyecto “Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”*

*La representación y manipulación del cuerpo es  
la forma más visual de construir la identidad.*

Fisher y Di Paolo 2003: 225.

## RESUMEN

El estudio de la corporeidad humana o embodiment aporta los elementos teóricos para entender cómo a través del cuerpo el hombre manifiesta su cultura o, mejor dicho, cómo la cultura se manifiesta en el cuerpo del sujeto en estudio. A partir de tal enfoque metodológico se desarrolla esta propuesta que implica darle una nueva perspectiva al estudio de las modificaciones corporales en las sociedades antiguas, como signos de pertenencia, identidad, ideología y ritualidad. Dicha propuesta se aplicó a la muestra osteológica procedente del sitio arqueológico de Tamtoc, San Luis Potosí, identificando el posible origen de algunos de los individuos representados en dicha serie e identificando sus modificaciones corporales a manera de atributos de su identidad como grupo social.

**PALABRAS CLAVE:** bioarqueología, osteología, costumbres funerarias, prácticas culturales, modificaciones corporales, Huasteca.

## ABSTRACT

The study of embodiment provides the theoretical elements to understand how humans through his body manifest their culture or rather how culture manifests

itself in the body of the subject under study. From this methodological approach, this proposal is developed, which implies giving a new perspective to the study of body modifications in ancient societies, as signs of ethnicity, identity, ideology and rituality. This proposal was applied to the osteological sample from the archaeological site of Tamtoc, San Luis Potosí, identifying the possible origin of some of the individuals represented in the osteological serie and identifying the present body modifications as attributes of their identity as a social group.

KEYWORDS: bioarchaeology, osteology, mortuary practices, cultural traditions, body modifications, Huasteca.

## INTRODUCCIÓN

Las modificaciones corporales que se han estudiado tradicionalmente en la antropología física, como son la modificación intencional del cráneo, el limado dental, la lesión suprainiana y la trepanación, deben ser consideradas como expresiones de su cultura que les otorgan identidad. El significado de cada una de ellas sólo puede ser entendido cuando comprendemos que su presencia en restos esqueléticos no es azarosa ni para otorgarse atributos estéticos, sino que cada modificación fue hecha para dejar rastros de la identidad de su portador. El estudio de la corporeidad humana o embodiment aporta los elementos teóricos para entender cómo a través de su cuerpo el hombre manifiesta su cultura o, mejor dicho, cómo la cultura se manifiesta en el cuerpo del sujeto en estudio (Csordas 1990). A partir de este enfoque metodológico desarrollaremos el presente ensayo con el objetivo de darle una nueva perspectiva al estudio de las modificaciones corporales en las sociedades antiguas como signos de pertenencia e identidad.

## TEORÍA DEL *EMBODIMENT*

La teoría arqueológica postprocesual contemporánea ha fomentado la exploración del significado del yo a través de los conceptos de agencia, identidad y personalidad, pero su aplicación en los análisis osteológicos todavía no es común (White *et al.* 2010), aunque existen trabajos sobre series osteológicas del área maya (Tiesler 1999); del centro de México

(Manzanilla 2003) y de la región del Golfo (Montiel 2018) para explicar las modificaciones corporales como huellas de la identidad de quienes las portaban. Tradicionalmente, las fuentes de información en los estudios de identidad o etnicidad realizados en muestras de poblaciones antiguas han sido las piezas artísticas y los rastros de artefactos localizados construidos por la gente en los contextos funerarios, no en los cuerpos de esos individuos. En el paradigma de los estudios de identidad los sujetos son vistos como actores, quienes pueden y de hecho actúan dentro de una variedad de contextos sociales, en lugar de ser receptores pasivos y su cuerpo es considerado como el lugar donde se llevan a cabo las negociaciones sociales y políticas (Fowler 2004). La evidencia de estas interacciones se encuentra en la arquitectura funeraria, en las ofrendas mortuorias y en el tratamiento fúnebre del cuerpo. Aunque el comportamiento cultural tiene un profundo impacto en la biología y puede ser leído en los esqueletos (Larsen 1997), la mayoría de los análisis de entierros se realizan y proceden del cuerpo muerto, visto como un objeto que ha sido tratado culturalmente, más que como un cuerpo biológico que alguna vez tuvo vida.

Chris Fowler (*op. cit.*) ha señalado que la personalidad, o identidad, se conforma a partir de las relaciones con los objetos, los lugares, la naturaleza y con otros seres humanos. Aunque los aspectos biológicos y sociales de la identidad son observables en el cuerpo, su identificación en restos óseos humanos no va más allá del significado social de la edad y el sexo dentro de contextos específicos, ya que una actividad por lo general se restringe a un grupo específico de edad o a un género en particular. Aunque se entiende que para los bioantropólogos la cultura juega un papel importante en la recreación forense de la historia de vida de un individuo, el énfasis paleoepidemiológico se privilegia en detrimento del significado social de las identidades individuales. Así, por ejemplo, la información obtenida a partir de distintas estrategias metodológicas como el tipo de dieta, el patrón alimentario, las enfermedades sufridas por los individuos, la actividad física y la movilidad a través del paisaje, deben ser utilizados para inferir la identidad social de los sujetos.

La identidad social se deriva, entonces, de las interacciones sociales y políticas y tiene una función importante en la reconstrucción de la biografía y de la identidad individual; esta reconstrucción se lleva a cabo a partir del estudio de las modificaciones experimentadas en la superficie

del cuerpo vivo (tatuajes, piercings y escarificaciones), en su forma (como el vendaje de los pies, la modificación del cráneo y del cuerpo entero, cuando se pierde o se gana peso) o en su composición (a través de dietas altamente selectivas). En los estudios de identidad basados en restos de poblaciones antiguas, las interpretaciones sobre la identidad de un individuo se derivan por lo general de un texto preservado (Joyce 2000), de la iconografía y de la analogía etnográfica. La incorporación corporal del significado social y la expresión personal de este tipo de modificaciones estéticas y simbólicas es lo que se llama *embodiment* (Csordas *op. cit.*, 1999)<sup>1</sup>.

El *embodiment* puede ser un proceso consciente o inconsciente, pero ambos son resultado del uso del cuerpo para demostrar la identidad o individualidad culturales. Estas identidades a menudo se diseñan para ser visibles y se observan fácilmente en público. Otras están escondidas a la vista del público y sólo tienen un significado personal. Porque las identidades son contextuales, pueden cambiar de un momento a otro en la vida de un individuo. Las modificaciones del cuerpo son un acto biocultural, pero el significado social no está simplemente conferido por la alteración de los tejidos de la superficie o la modificación de ciertas partes de cuerpo. El *embodiment* también significa la incorporación de la cultura en las estructuras más profundas del esqueleto (White *et al. op. cit.*).

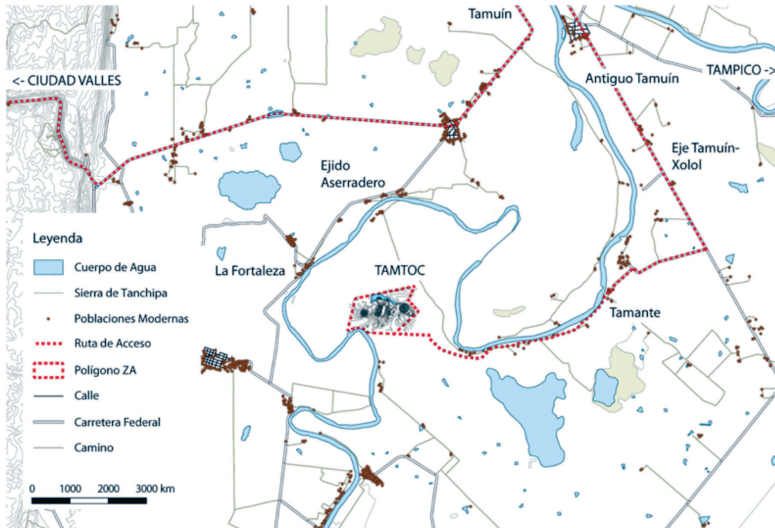
Este ensayo tiene como objetivo realizar un análisis, desde el marco teórico del *embodiment*, de las modificaciones corporales presentes en los esqueletos recuperados en los distintos contextos funerarios de la zona arqueológica de Tamtoc, San Luis Potosí, enclavado en la Huasteca Potosina. Cronistas como Sahagún (1981: 203-204) describen a los antiguos huastecos con adornos corporales, dientes limados y cabezas aplanadas, prácticas culturales que tienden a modificar la imagen corporal y que eran comunes entre los grupos prehispánicos, sin embargo, estudios sobre estas prácticas realizados a lo largo del siglo XX y lo que va de este (Gómez Valdés *et al.* 2007; Montiel Mendoza 2013, 2018; Ramírez Salomón *et al.* 2003; Romano Pacheco 1965, 1974a, 1974b, 1975, 1987; Romero Molina 1958b, 1960, 1965, 1970, 1974a, 1974b; Tiesler Bloss 2001, 2002 [1998], 2006, 2012; Yépez Vásquez 2006) han revelado la gran variedad en las maneras de ejecutar y de lucir estos cambios en la forma de la cabeza y de los dientes. En este trabajo proponemos que

<sup>1</sup> Corporalizar en su traducción más literal.

en realidad son indicadores de identidad y pertenencia y, en lo que es posible, a manera de hipótesis, de obtener un primer acercamiento al posible origen de estos huastecos y responder la pregunta: ¿los distintos contextos funerarios son acordes con el tipo de modificación corporal observados en los esqueletos de Tamtoc?, ¿es posible inferir el origen foráneo de estos individuos a partir del análisis de las modificaciones de cráneo y dientes?

### EL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TAMTOC

La ciudad prehispánica de Tamtoc está situada en La Huasteca potosina, entre ciudad Valles, San Luis Potosí y Tampico, Tamaulipas (figura 1). Tuvo varios periodos de auge, el primero en el 300 aC, durante el Formativo o Preclásico; otro durante el Clásico (400-600 dC), y otro, con mayor duración, en el Posclásico (1100 a 1400 dC), lo que hace suponer que el lugar fue abandonado y vuelto a ocupar en estas tres ocasiones (Stresser-Péan y Stresser-Péan 2001).



*Figura 1.* Mapa de ubicación del sitio arqueológico de Tamtoc, S. L. P. (dibujo de Estela Martínez, archivo gráfico del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

Con una extensión de más de 54 hectáreas, este sitio fue descubierto en los años cuarenta del siglo XX por Du Solier (1947) y más tarde Tamtoc se conoció por los trabajos de Stresser-Péan y Stresser-Péan (2001). Las excavaciones se hicieron un poco más prolifas a fines del siglo XX con los trabajos realizados por los arqueólogos Patricio Dávila y Diana Zaragoza (1998), sin embargo, fue a partir del presente siglo que el sitio se ha excavado sistemáticamente (figura 2).



*Figura 2.* Vista general de la plaza principal de la zona arqueológica de Tamtoc, S. L. P. (fotografía del archivo fotográfico del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

De todas las áreas de esta gran ciudad destaca el Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria, llamado así por la presencia de una estructura colonial de igual nombre. Este lugar fue excavado por el equipo del arqueólogo Guillermo Ahuja entre 2005 y 2006 (Ahuja 2005). A partir de 2008, en el marco de un nuevo planteamiento de investigación y bajo la dirección de los maestros Guillermo Córdova Tello y Estela Martínez Mora se reanudan las excavaciones. Las primeras intervenciones en esta área se plantearon para recuperar el material óseo expuesto durante el

proceso de liberación del monolito 32. Desde entonces, el Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria se ha excavado sistemáticamente. De estas estructuras se han recuperaron 184 individuos cuyos fechamientos por  $^{14}\text{C}$  los sitúan hacia el final del Posclásico.<sup>2</sup>

En cuanto a la función de este conjunto funerario, las hipótesis planteadas por el equipo de investigación refieren un espacio con un significado ritual para la sociedad de Tamtoc que la construyó durante el periodo Posclásico. Es posible que La Noria formara parte del conjunto arquitectónico en el que destaca el monolito 32 o *La Sacerdotisa*, cuya cronología no está totalmente definida (figura 3).



Figura 3. Vista general del Monumento 32, Tamtoc, S. L. P. (fotografía del archivo fotográfico del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

Salazar *et al.* (2012) proponen, de manera tentativa, que dicho monumento y la caja de agua sobre la que estaba erigido, proceden del Preclásico Tardío o del Clásico Temprano y estaba emplazado por

<sup>2</sup> Fechamientos calibrados para cuatro entierros de la temporada 2009-1, entierro 8: 1478-1631 dC; entierro 14: 1271-1377 dC; entierro 15, 1475-1630 dC; entierro 19: 1281-1399 dC, realizado por la doctora Corina Solís del Laboratorio de Espectrometría por Aceleración de Masas (LEMA), del Instituto de Física de la UNAM.



encima del manantial, cerrando así un espacio sagrado destinado a los ritos de fertilidad en los cuales el agua es un símbolo de significado importante en este sitio. Estos mismos autores proponen que debido a las constantes inundaciones que sufriera el sitio, el monumento colapsó sobre la caja de agua, cubriéndola de lodo y escombros, por lo que los habitantes de Tamtoc que vivieron durante el Posclásico Tardío no sabían de su existencia.

En esta misma época se construyó la estructura C11, un andador a lo largo del cual es posible ver 38 construcciones en forma de cono truncado que hemos denominado “túmulos”, elaborados de piedra de río y que contenían los últimos depósitos funerarios hechos en este lugar (figura 4).



*Figura 4.* Vista general de los túmulos funerarios (fotografía del archivo fotográfico del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

Las características de los depósitos excavados son bastante homogéneas: fueron colocados en posición sedente, orientados al Este franco, sin ofrenda y, en algunos casos, con un pendiente elaborado de piedra verde como único ajuar. Hay hombres, mujeres y niños. La posición en la que fueron localizados –con las piernas flexionadas, los brazos entre las

piernas o alrededor de ellas, y el cráneo en la zona pélvica<sup>3</sup> sugiere su amortajamiento para ser colocados en la fosa, se les colocaba un plato en la cabeza y se cerraba, quedando como único marcador el cono truncado y una laja puesta en posición vertical (figura 5).

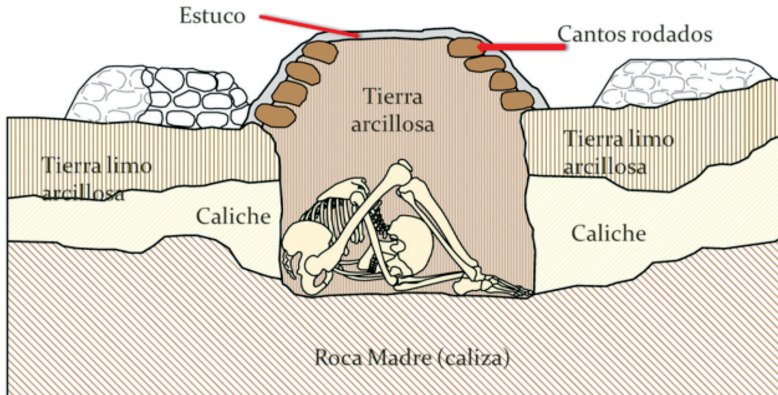


Figura 5. Dibujo esquemático del túmulo y la disposición del individuo en la fosa (dibujo de Estela Martínez Mora y Benno Fiehring).

Otra característica de los individuos depositados en este espacio es la presencia de cambios graves en sus huesos, principalmente en las extremidades; la gravedad de la lesión va de acuerdo con la edad: en niños y adolescentes las lesiones se circunscriben a procesos inflamatorios en su etapa inicial, visibles en clavículas, costillas y huesos largos. Entre los adultos, pocos rebasan los 40 años a la muerte, las lesiones han deformado sus huesos, indicadores de que la infección alcanzó su fase crónica. Los estudios tanto morfoscópicos como bioquímicos han revelado la presencia de tuberculosis<sup>4</sup> y de yaws o frambesía, esta última es una infección cutánea, adquirida durante la niñez (Hernández Espinoza 2012) (figura 6).

Hacia el Posclásico Tardío, la ciudad de Tamtoc tuvo un nuevo auge, tanto cultural como demográfico, las exploraciones realizadas

<sup>3</sup> Por mucho tiempo se pensó que la ubicación del cráneo en la región pélvica implicaba que había sido decapitado posteriormente (Duday 1997).

<sup>4</sup> Detectada por medios bioquímicos en el LANGEBIO del CINVESTAV, Irapuato, Gto., bajo la coordinación del doctor Rafael Montiel.

en 2010 y 2012 en el Rancho Aserradero y los salvamentos de entierros localizados en el Ejido Aserradero (2009 y 2014), sugieren que existían distintos asentamientos sujetos a la hegemonía de Tamtoc. El Rancho Aserradero está situado al NE de la zona arqueológica, con cronología del Posclásico Tardío<sup>5</sup> y corresponde a un núcleo residencial de elite, los entierros recuperados de este lugar que tienen ofrendas y ajuares funerarios corresponden a individuos con mayor jerarquía social dentro de la sociedad tamtoqueña (Martínez Serrano *et al.* 2012). Tienen otro patrón funerario, pero comparten el mismo patrón de lesiones de los individuos recuperados del conjunto funerario de La Noria en Tamtoc.



Figura 6. Fémures del individuo representado en el entierro 19, con lesiones atribuidas a la acción del yaws (*Treponema pertenuae*) (fotografía del Archivo del Proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

El segundo sitio, conocido como Ejido Aserradero, es una aldea situada al sur de Tamtoc, en las márgenes del río Tampaón. El análisis de la cerámica lo cataloga como un poblado tributario de este sitio. Las diferencias en las prácticas funerarias y ajuar mortuario de los individuos sugieren la pertenencia a un estrato social inferior. La temporalidad

<sup>5</sup> Tenemos el fechamiento por <sup>14</sup>C del individuo 12 del entierro 9-1: 1429-1456 dC, procedimiento realizado por la doctora Corina Solís del Laboratorio de Espectrometría por Aceleración de Masas (LEMA), del Instituto de Física de la UNAM.

asignada es el Clásico Medio<sup>6</sup> (Martínez Mora y Hernández Espinoza 2012). También tienen otro patrón funerario, pero mejores condiciones de salud a juzgar por el análisis osteológico realizado a estos esqueletos.

#### MODIFICACIONES CORPORALES EN EL MUNDO MESOAMERICANO

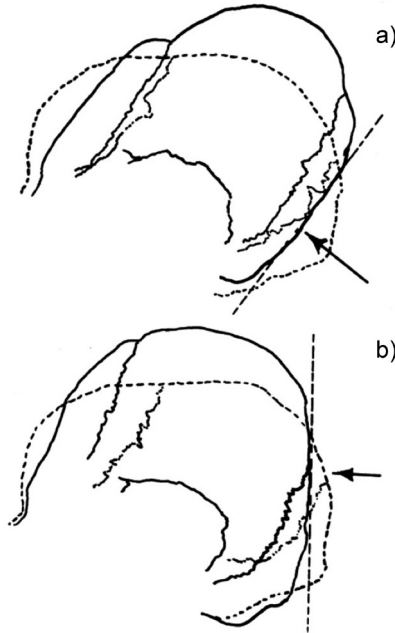
Por más de un siglo, las modificaciones y arreglos corporales han causado admiración en el mundo antropológico a la vez que surgen preguntas sobre su significado. La escarificación y la pintura corporal siguen estando presentes en algunos grupos humanos que han conservado viva esta práctica y es probable que en el mundo mesoamericano también hayan estado presentes, como podemos constatar en figurillas antropomorfas y en la iconografía de tales grupos. Estos tipos de decorado corporal no dejan huella en el esqueleto dado que se dan a nivel de la piel. Pero existen otras modificaciones que sí dejan huella en los huesos y en los dientes –la modificación cefálica intencional y el decorado dental– de las que existe una amplia bibliografía, sin embargo, hay poca que se refiera a su significado más allá de los atributos estéticos de los individuos o simples modas, como lo afirmara Di Peso para el caso de las modificaciones cefálicas de la antigua Paquimé (Di Peso *et al.* 1974). Existe evidencia de otras dos prácticas poco registradas y discutidas, que son la trepanación y lesión suprainiana. Algunos autores las toman como prácticas terapéuticas, sobre todo de la trepanación (Verano 1995), pero existen pocas explicaciones acerca de la presencia de la lesión suprainiana (Lagunas Rodríguez 1970; Serrano Sánchez 1973). En la colección osteológica de Tamtoc existen ejemplos de los cuatro tipos de modificaciones que analizaremos a continuación.

##### *a) Modificación intencional de cráneo*

En términos generales es posible agrupar las modificaciones del cráneo en dos formas básicas: tabulares y anulares. En Mesoamérica las más comunes son las primeras, en sus modalidades oblicua, erecta y mimé-

<sup>6</sup> De este sitio se fecharon dos entierros: el catalogado como número 2 con una cronología calibrada 430-543 dC y el entierro 3, 86-240 dC, procedimiento realizado por la doctora Corina Solís del Laboratorio de Espectrometría por Aceleración de Masas (LEMA), del Instituto de Física de la UNAM.

tica (Dembo e Imbelloni 1938). En las tabulares oblicuas el plano de compresión es frontooccipital con tabletas libres, sujetadas por medio de venda o de cuerdas; el plano compresor posterior se fijaba por debajo de inion, provocando una platibasia o aplanamiento redirigido de la base del cráneo (figura 7).



*Figura 7.* Planos de compresión posterior para la modificación cefálica:

- a) tabulares oblicuos y b) tabulares erectos (redibujado por Adrián Alcalá de Dembo e Imbelloni 1938).

En las tabulares erectas, el plano compresor se fijaba en la región de lambda, lo cual otorgaba el efecto de aplanamiento de la parte posterior del cráneo. Esto se lograba a partir de la cuna deformatoria, donde se sujetaba el cráneo del infante por medio de correas.

Las tabulares miméticas son aquellas que presentan en el dorso posterior del cráneo dos planos compresores: uno en la región de lambda y otro en la región del inion u occipucio, dando al cráneo una apariencia trapezoide

(Tiesler 2012). De acuerdo con Dembo e Imbelloni (*op. cit.*, cfr. Tiesler 1999: 174), este tipo de modificación se llevaba a cabo con una “combinación de técnicas e instrumentos o, con más probabilidad, con una variante de la tabular oblicua y la cuna deformatoria. En esta última, la presión occipital se transmite a través de un rollo sobre el cual descansa la cabeza”.

Existen variantes y grados en las formas tabulares erectas y oblicuas. Los grados intermedios implican una combinación de ambas. En los grados extremos los cráneos tienen un achatamiento máximo tanto del plano anterior como del posterior. La variedad paralelepípeda (con forma de cubo) del tipo tabular erecto resulta de la contención y la compresión anteroposterior en las regiones superiores del hueso parietal (Martínez de León 2009). Las variedades bilobadas y trilobadas se manifiestan tanto en las tabulares erectas como en las oblicuas; los surcos sagitales y coronales que se presentan en forma aislada o combinada se obtienen a través de ligaduras de bandas de diferente anchura (Tiesler Blos 2002 [1998]).

#### *b) Decoración dental*

Cuando el profesor Romero (1958b) da a conocer los distintos tipos de decorado dental y su distribución en la América precolombina, delineó las bases para su interpretación, relacionando el tipo de decorado por grupo cultural representado en los entierros. Sin embargo, tras su muerte, a finales de la década de los ochenta del siglo XX, nadie continuó su trabajo de clasificación y descripción de nuevos tipos de decorado, ni siguió la línea de interpretación propuesta, una forma de identificarse. Para el caso de los mayas, Tiesler continuó con el registro del decorado dental (Tiesler Blos 2001), mientras que para otras poblaciones mesoamericanas sólo se reporta la presencia de esta práctica como parte de la descripción de los entierros, sin mayor interpretación sobre la presencia del decorado dental en el grupo de estudio (Karam Tapia y Martínez Mora 2012; Lagunas Rodríguez y Oacaña del Río 2013). Tanto la decoración de los dientes como la modificación intencional del cráneo constituyen una práctica biocultural y forman parte de los atributos que distinguían a los individuos, les daban identidad y pertenencia a su grupo social.

Para el caso de Mesoamérica se han identificado dos formas de decoración dental: el limado y la incrustación o perforación parcial

destinada a acoger las incrustaciones de relleno o piedras. La técnica del limado implicaba la reducción selectiva de la pieza mediante materiales abrasivos que entraban en contacto con el esmalte y la dentina (Romero Molina 1974a). En algunos casos incluso dañaban la pulpa dental. La incrustación, procedimiento relativamente complejo, requería –aparte de la preparación de una cavidad circular diminuta– un ajuste preciso de la piedra a incrustar y su fijación con pegamentos especiales (Fastlich 1947, 1971; Romero Molina y Fastlich 1951) .

De acuerdo con Tiesler (2001) en los registros arqueológicos el limado aparece en tiempos tempranos del Preclásico y están presentes ambas formas de decoración, solas o combinadas, en los registros arqueológicos del Clásico Tardío en Mesoamérica y sitios arqueológicos de América del sur, quedando evidencia de sólo el limado dental hacia el Posclásico Tardío en la zona del altiplano y del área maya, lo cual sugiere una difusión de la práctica hacia diversos puntos del continente americano durante el periodo Clásico.

#### *c) Lesión suprainiana*

Este rasgo cultural se describe como una incisión en la parte posterior del cráneo, cerca de la región iniana. Su expresión puede variar desde un simple hundimiento, hasta un hueco, con bordes desgastados. En ocasiones el hundimiento muestra huellas de raspado. La intencionalidad de esta lesión ha sido discutida en el mundo antropológico y hay quienes la asocian a una práctica terapéutica para aliviar la presión del cráneo, considerándola incluso una seudotrepanación (Lagunas Rodríguez 1970; Serrano Sánchez 1973; Stewart 1969, 1975, 1976; Weiss 1981); otros nos inclinamos más a pensar que se trata de una lesión provocada por el amarrar del aparato deformador, cuya presión sobre el cráneo actuó desde la niñez temprana (Mann y Hunt 2005: 42).

#### *d) Trepanación*

Es una técnica muy antigua, de carácter terapéutico, utilizada para remover porciones de hueso del cráneo, por medio de raspado, perforación repetida y cortes (Mann y Hunt 2005: 79). El resultado de este tipo de intervenciones es la exposición de las membranas que cubren el cráneo (Roberts y Manchester 2005: 124). Su presencia se ha reportado desde tiempos muy antiguos; en América, los casos más frecuentes

se han registrado en el área andina en Perú y el área de Oaxaca en México (Márquez Morfín y González Licón 1992; Romero Molina 1974b; Verano 1995). Tiesler (2006) realizó una revisión de casos de población maya prehispánica con evidencias de trepanación; concluyó que esta práctica también fue común entre los mayas prehispánicos, con fines terapéuticos.

Para diagnosticar una lesión craneal como producto de una trepanación, es necesario efectuar el diagnóstico diferencial con otras lesiones que producen horadaciones en el cráneo, como heridas provocadas por hachas y espadas, así como lesiones de índole patológica de origen infeccioso o de carácter congénito como el meningocele o defecto del tubo neural (Barnes 2012: 22). Las heridas provocadas por la trepanación están asociadas a lesiones traumáticas previas, de lo que se infiere que la trepanación fue el medio para aliviar la presión del hueso fracturado sobre el cerebro (Romero Molina 1974b; Tiesler y Blois 2006; Verano 1995), se presentan algunas huellas de desbastado o cortes alrededor de ellas y posiblemente de regeneración ósea si la muerte no sobrevino corto tiempo después de la intervención. La supervivencia del individuo dependió entonces de la pericia del encargado de realizar esta intervención y del tipo de lesión que provocó la trepanación.

## DISEÑO METODOLÓGICO

La muestra seleccionada para este estudio procede del Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria, en adelante mencionado sólo como La Noria, con un total de 105 individuos, todos del Posclásico Tardío, con la distribución por grupos de edad y sexo que se muestra en la figura 8.

La información osteológica del análisis de los entierros primarios se tomó del Rancho Aserradero, también del Postclásico Tardío, con la distribución que se muestra en la cuadro 1.

La información de los entierros del ejido Aserradero no se incluyó en este trabajo.

Los datos sobre sexo y edad se tomaron de la base de datos de los entierros 2001-2018 del proyecto; el análisis de las modificaciones corporales incluidas en este ensayo se realizó a partir de la observación morfooscópica de los elementos óseos modificados; para el caso del limado dental se realizó tomando en cuenta la clasificación de Romero (1986).



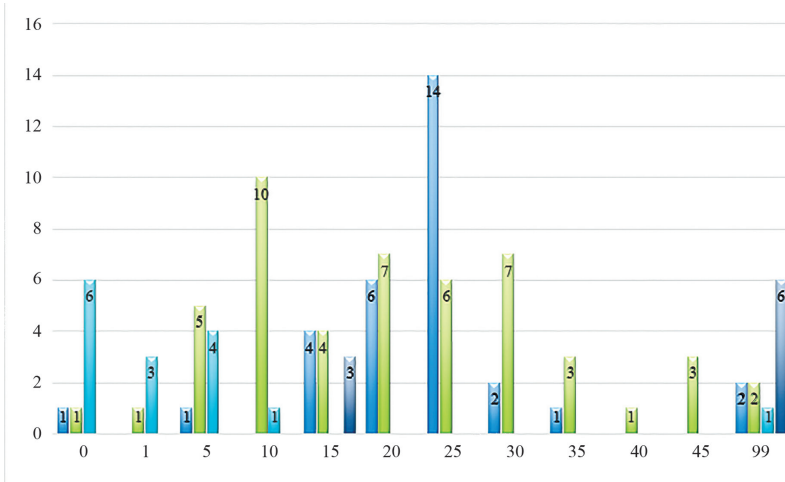


Figura 8. Conjunto arquitectónico funerario de La Noria, Tamtoc, S. L. P. Distribución por grupo de edad y sexo.

*Cuadro 1. Rancho Aserradero.*

Información de los entierros utilizados en este ensayo

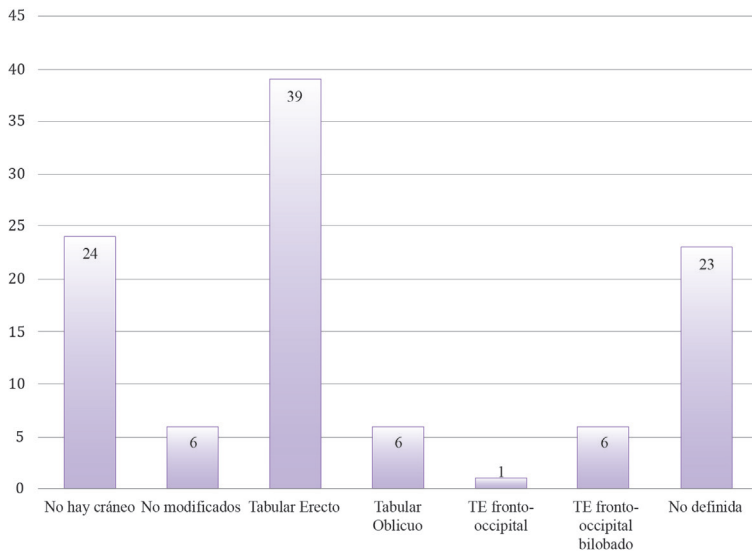
Temporada	Entierro	Individuo	Sexo	Edad	Cronología
2002	9-1	12		45-49	
2010	2	-	Femenino	25-29	
	4	-		40-44	
	13	-		25-29	Posclásico Tardío
2012	14	a	Masculino	35-39	
	15	b		15-19	
	18	-	Femenino	15-19	
		-		25-29	

Fuente: elaborada a partir de la base de datos de los entierros 2001-2018 del proyecto “Origen y Desarrollo del paisaje Urbano de Tamtoc”.

## MANIFESTACIÓN CORPORAL DE LA IDENTIDAD EN TAMTOC

*a) Modificación intencional del cráneo*

La modificación intencional de cráneo fue una práctica común en el mundo antiguo mesoamericano. La intencionalidad de esta práctica está asociada a la interiorización de la identidad cultural de los individuos en sus propios cuerpos, de ahí las variadas formas de expresión que podemos encontrar entre los entierros prehispánicos americanos (Knudson y Stojanowski 2010) (figura 9).



*Figura 9.* Conjunto arquitectónico funerario La Noria. Tipos de modificación cefálica intencional. Fuente: elaborada a partir de la base de datos de los entierros 2001-2018 del proyecto ‘Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc’.

El análisis del tipo de modificación cefálica se realizó en 81 entierros con cráneo (77.1% del total de la muestra); en 28.4% no pudo ser identificado el tipo de modificación debido al mal estado de conservación; 7.4% no estaban modificados, mientras que 64.2% tuvo algún tipo de modificación, siendo el tabular erecto el más frecuente con 48.1% de representación. Estos datos coinciden con los reportados por Montiel (2013) para los entierros de la temporada

1998, recuperados por Dávila y Zaragoza en Tamtoc; la autora refiere que de los nueve casos con modificación cefálica todos eran del tipo tabular erecto. Serrano y Ramos (1984) observaron que en la serie procedente del sitio Platanitos, de 12 cráneos analizados cinco eran bilobados y siete tabulares erectos. Para el sitio huasteco de Vista Hermosa, en Tamaulipas, Pereira (2017) observa que 79% de los cráneos modificados eran del tipo tabular erecto.

Sin embargo, este tipo de modificación tuvo distintas expresiones; desde las muy sencillas hasta el tipo frontooccipital, donde el diámetro anteroposterior es menor al transverso, y la bilobada. Los tipos tabulares erectos con una marcada modificación frontooccipital y la variedad bilobada los encontramos en los entierros del Rancho Aserradero (figura 10).



*Figura 10.* Arriba a la izquierda, cráneo del entierro 9, temporada 2002, con un sencillo aplanamiento sobre la región de lambda; arriba a la derecha, individuo 15, misma temporada, con aplanamiento posterior, huella de banda sobre sutura coronal y giba parietal por efectos de la modificación. Abajo a la izquierda, cráneo del entierro 7 de Rancho Aserradero, temporada 2012, con una deformación tabular erecta extrema (visto en norma lateral izquierda); abajo a la derecha, cráneo del individuo 14B de Rancho Aserradero, misma temporada, con modificación intencional de tipo tabular erecto frontooccipital extrema bilobada (fotografías del archivo del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

En este sitio registramos el único caso de deformación tabular con aplanamiento superior o paralelepípeda, en el entierro 15, también de Rancho Aserradero (figura 11). Este tipo de modificación cefálica se ha registrado en cráneos mayas del Posclásico y según los autores el tipo es común sólo en la Mixtequilla (Sierra Sosa *et al.* 2014), mientras que Martínez de León (2009) describe este tipo de deformación en individuos de El Zapotal, Veracruz. El otro sitio donde se reporta la modificación cefálica superior es en Marismas Nacionales, Sinaloa, con una alta frecuencia, aunque el autor sugiere el carácter foráneo del tipo de modificación (Gill 1985).



*Figura 11.* Cráneo del entierro 15 de Rancho Aserradero, temporada 2012, en norma posterior, tiene modificación tabular erecta con aplanamiento superior o paralelepípeda (fotografía del archivo del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

Entre los tabulares erectos y oblicuos es común observar la giba parietal o abultamiento de la región que queda atrapada entre la tableta que aplanó el frontal, la banda postcoronal y la tableta que comprimió la región posterior del cráneo (figura 7). En este caso, lo curvo del frontal es el resultado no de la intervención de una tableta sino de una almohadilla sobre la que pasaban las correas que sujetaban la tableta posterior al cráneo. Este tipo de modificación también lo registró Pereira entre los cráneos modificados de Vista Hermosa, Tamaulipas, pero él lo denominó

tabular erecto cuneiforme “...versión extrema del anterior [tabular erecto variante simple], de la cual se distingue principalmente por un plano de compresión posterior más intenso y extenso que afectó casi la totalidad de la escama del hueso occipital, cuya convexidad es particularmente poco marcada...” (*op. cit.*: 389).

Los tabulares oblicuos, tipos de deformación reservada a las clases altas (Romano Pacheco 1987), están representados en seis individuos (7.4%) de la muestra; proceden tanto del área del Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria y del Rancho Aserradero. El individuo más notable con este tipo de deformación, y además el mejor conservado, corresponde al individuo 12, del entierro 9-1, temporada 2002, una mujer mayor entre 45 y 49 años a la muerte, cuya ofrenda y ajuar mortuario estuvo constituido por más de 200 elementos (Martínez Serrano *et al. op. cit.*: 255). El tipo de modificación cefálica corresponde al tabular oblicuo mimético, un tipo de modelado que tiene tres planos de compresión, uno anterior y dos posteriores, uno que comprime la región de lambda y otro la región del occipucio (Dembo e Imbelloni *op. cit.*: 277). Tiesler (2012: 76) señala que la explicación a la presencia de los dos planos de compresión podría estar en los amarres posteriores que mantenían la tablilla frontal sobre la frente (amarre posterior en cruz con una banda superior y otra inferior) que identifica la modalidad mimética como una variante del tipo tabular oblicuo, según se muestra en la figura 12.

De acuerdo con los casos descritos en este apartado, la modificación cefálica intencional que presentan los entierros recuperados de Tamtoc, son tabulares, tanto oblicuos como erectos, en una amplia gama de variaciones. La mayoría de los tabulares erectos, están en el sitio de Tamtoc, pero los más elaborados corresponden al Rancho Aserradero. Las variaciones podrían significar no sólo la pertenencia a los grupos de elite o a algún linaje, sino constituir elementos propios de su identidad individual que simbolizan la procedencia de algún lugar foráneo, sin embargo, este tipo de modificación por lo general iba acompañado de otras señales de identidad como el tipo de decoración dental.

#### *b) Limado dental*

El limado dental en la Huasteca Potosina fue registrado por Romero (1958a, 1960, 1965, 1974a, 1986) a partir del análisis de las colecciones que llegaron



*Figura 12.* Izquierda cráneo del individuo representado en el entierro 2, temporada 2010, procedente del Rancho Aserradero, con modificación tabular oblicua, que muestra la giba parietal por efectos de la compresión de la tableta posterior y las correas que sujetaban el aparato deformatorio al cráneo (fotografía del archivo del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”). Derecha cráneo del individuo 12, del entierro 9-1, temporada 2002, con deformación tabular oblicua, variedad mimética, las líneas en color rojo representan los planos de compresión (fotografía: Francisco Palma, archivo del proyecto “Orígenes y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

al Departamento de Antropología Física, producto de las excavaciones realizadas en el área durante los primeros sesenta años del siglo XX. Los tipos más frecuentes son B, C y F y no reporta casos de incrustación dentaria. Estos mismos tipos han sido identificados en los individuos analizados de La Noria y que coinciden con los hallazgos de Montiel (2013) para el caso de la serie de 1998 de Tamtoc y la revisión efectuada por Soto (2018) sobre la presencia del limado dental en los individuos recuperados de las temporadas 2001 a 2009 de este mismo sitio. El único tipo de limado distinto es el reportado para el individuo del entierro 25 de la temporada 2009-2, un subadulto entre cinco y nueve años de edad a la muerte con limado dental A1 en los incisivos centrales superiores.

De los 105 individuos que conforman la muestra de La Noria, sólo 81 (77%) pudieron ser incluidos en el análisis del tipo de limado dental; 34.6% de los individuos analizados no tenían dientes limados, 32.1% tenían limado sencillo (un solo tipo) y 33% tenían varios dientes limados con tipos distintos y que hemos denominado “limado combinado” (figura 13).

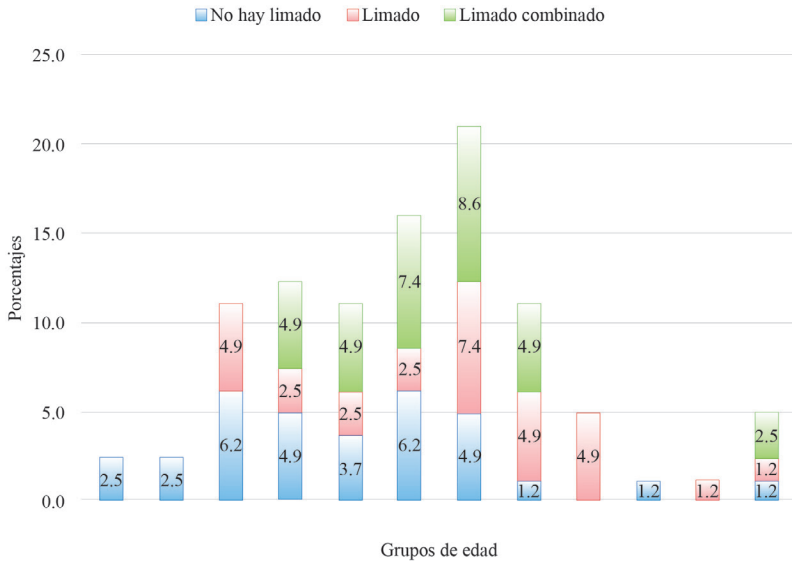


Figura 13. Conjunto arquitectónico funerario de La Noria. Distribución por grupos de edad de individuos con limado dental (en porcentajes).

En cuanto a las variantes del limado por grupo los tipos más frecuentes del grupo B son el B2 y el B7; en el grupo C los tipos más frecuentes son C4, C6 y C7; los únicos dos casos de limado dental C8 se identificaron en los individuos que forman parte del entierro 65 de la temporada 2015 (figura 14). El limado dental identificado como Grupo F fue registrado en un individuo de la temporada 2005, en dos de la temporada 2008 y en dos de la de 2017, el primero y los dos últimos con limado dental combinado: el entierro 52, un hombre adulto con limado dental C1 y F; una mujer adulta representada en el entierro 78 con los incisivos y caninos superiores con limado C5, F1 y F4, y un hombre también adulto representado en el entierro 81 con los incisivos superiores con limado F1 y los caninos con el tipo F4.

La figura 15 presenta la distribución del limado por sexo y edad de los individuos de La Noria. Los hombres presentan por igual el limado combinado y el limado en su forma sencilla, en cambio, las mujeres tienen en su mayoría el tipo de limado combinado. En este lugar tenemos dos subadultos con limado dental, a los que ya hicimos referencia. A excepción de los individuos de los entierros 78 y 81, también ya descritos, el limado combinado está presente en individuos del sitio Rancho



Figura 14. Detalle del proceso de excavación del entierro 65B, temporada 2015, con limado dental del tipo C8 (archivo fotográfico del proyecto “Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

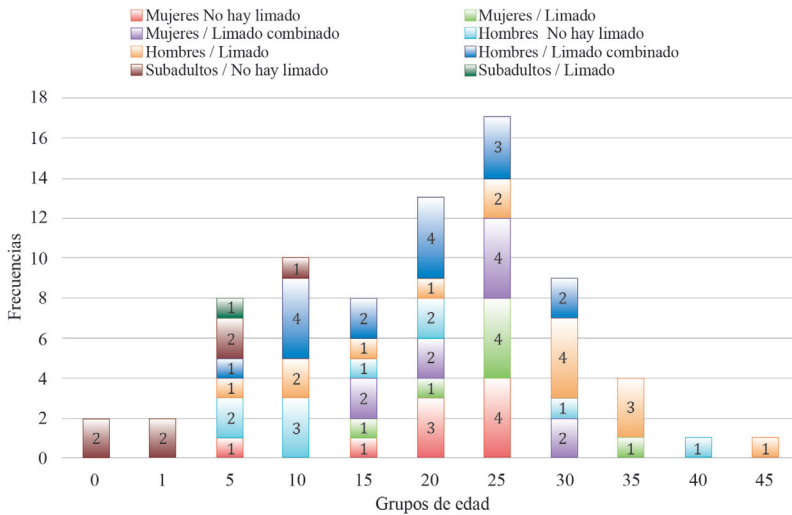


Figura 15. Conjunto arquitectónico funerario La Noria. Tipo de limado dental según sexo y grupo de edad. Fuente: elaborada a partir de la base de datos de los entierros 2001-2018 del proyecto “Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”.



Aserradero, donde hombres y mujeres presentan el limado combinado y el sencillo, pero existe un elemento distinto, un subadulto que también presentó decoración dental con dos tipos de limado, el individuo 3.2 del Rancho Aserradero y que formaba parte del entierro múltiple que fue recuperado en ese lugar durante la temporada 2010. De este entierro tenemos el fechamiento: 1419-1615 dC<sup>7</sup> y corresponde a la última etapa del Posclásico. Es un infante de entre cinco y nueve años a la muerte, de quien no fue posible identificar el sexo, pero su cráneo fue modificado intencionalmente, tabular oblicuo y sus dientes fueron limados con los tipos B2, C8 y C9. Fue el último depósito hecho en la fosa y contaba además con ajuar personal conformado por un brazaletes de cuentas de concha y un pendiente de cuatro cuentas de calcita. Es el único caso reportado para La Huasteca con estas características, que obviamente indican la pertenencia a un linaje, a un estrato superior de escala social.

Entre los individuos de la temporada 2012, del sitio Rancho Aserradero, se registró la presencia de otra característica, el limado de solo tres piezas dentales del maxilar, los incisivos centrales y uno de los incisivos laterales. En un principio pensé que el limado había quedado incompleto, dada la juventud del sujeto, pero después de registrar esta misma característica en dos individuos más, inferí que podría ser alguna forma de identificarse con su grupo social. Son los individuos 13, 14A y 14B. La cuadro 2 concentra las características del limado dental.

*Cuadro 2.* Descripción del limado combinado de tres entierros del Rancho Aserradero, Temporada 2012

Estructura	Entierro	Sexo	Edad	izqC	izqII	izqIc	Ic <sup>der</sup>	II <sup>der</sup>	C <sup>der</sup>
E2	13	M	35-39	B2	C1	C6	C6		F3
AC	14A	M	25-29			C6	C6	B1	
AC	14B	F	15-19		C6	C6	C6		

M = masculino; F = femenino; C = canino; II = incisivo lateral; Ic = Incisivo central, los superíndices señalan el lado.

Fuente: elaborada a partir de la base de datos de los entierros 2001-2018 del proyecto "Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc".

<sup>7</sup> Fechamiento por <sup>14</sup>C, análisis realizado por la doctora. Corina Solís, del Instituto de Física de la UNAM.

El individuo del entierro 13, el de mayor complejidad en el limado, con deformación intencional del cráneo del tipo tabular erecto, se encontró en posición sedente y con brazos y manos extendidos hacia los lados como si estuviera deteniendo una lanza o un cetro (figura 16), no tuvo ajuar personal ni ofrendas.



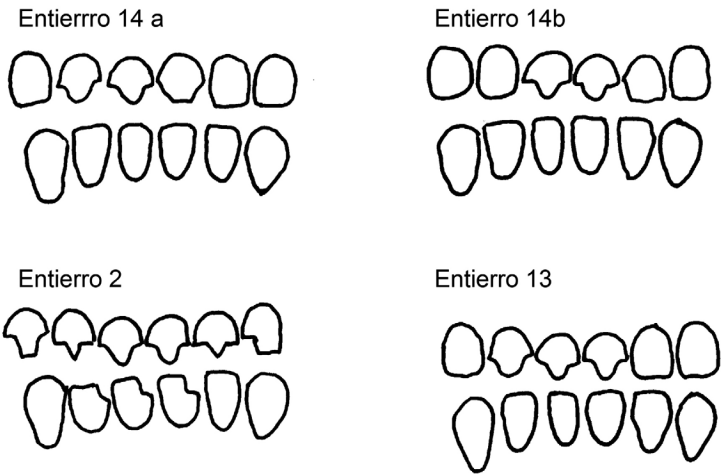
*Figura 16.* Detalle del entierro 13, temporada 2012, de Rancho Aserradero (archivo fotográfico del proyecto “Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc”).

En un pequeño altar, al centro de la plaza del sitio, se localizó el entierro 14, doble y simultáneo, de un hombre y una mujer. Las ofrendas y el ajuar es de los más abundantes que hemos recuperado que indican un estatus social importante; ambos con deformación tabular erecta (figura 17).

Las únicas coincidencias en el tipo de limado dental, es que todos los incisivos centrales fueron modificados con el tipo C6; el incisivo lateral no coincide por sexo y luce distintos tipos de limado (figuras 18 y 19). La pregunta que quedaría por responder es si estos tres personajes están unidos por el linaje y el parentesco, de ahí la forma tan peculiar de manifestar su identidad.



*Figura 17.* Foto de planta del entierro 14, individuo 'a' al lado izquierdo en posición de decúbito dorsal extendido; individuo 'b' al lado derecho, en posición sedente (archivo fotográfico del proyecto "Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc").



*Figura 18.* Esquemas del limado dental de los entierros 13, 14a y 14b de la temporada 2012 y del limado dental del entierro 2 de la temporada 2010 (dibujado del original por A. Alcalá).



*Figura 19.* Limado dental combinado en el individuo de sexo femenino representado en el entierro 2, temporada 2010, de sitio Rancho Aserradero (archivo fotográfico del proyecto “Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

*c) Lesión suprainiana*

Este tipo de práctica no ha sido reportada para Tamtoc, ni en ningún otro sitio de La Huasteca Potosina. Hasta el momento se han identificado cuatro casos que ilustro en este trabajo y que ponen sobre la mesa de discusión dos hipótesis: 1) la procedencia foránea de esta práctica y 2) la posibilidad del carácter terapéutico de esta lesión como lo han sugerido autores como el mismo Weiss (1981), Serrano (1973) y Lagunas (1970).

Caso 1. Corresponde al individuo representado en el entierro 201 de la temporada 2008, recuperado entre los escombros de la estructura C10, en La Noria. Es un subadulto, probablemente de sexo masculino, con una edad estimada a la muerte de 10 años. El cráneo está fragmentado, pero al ser reconstruido pudo observarse un hundimiento en la región de lambda; tiene pequeñas huellas de corte sobre los parietales (figura 20).

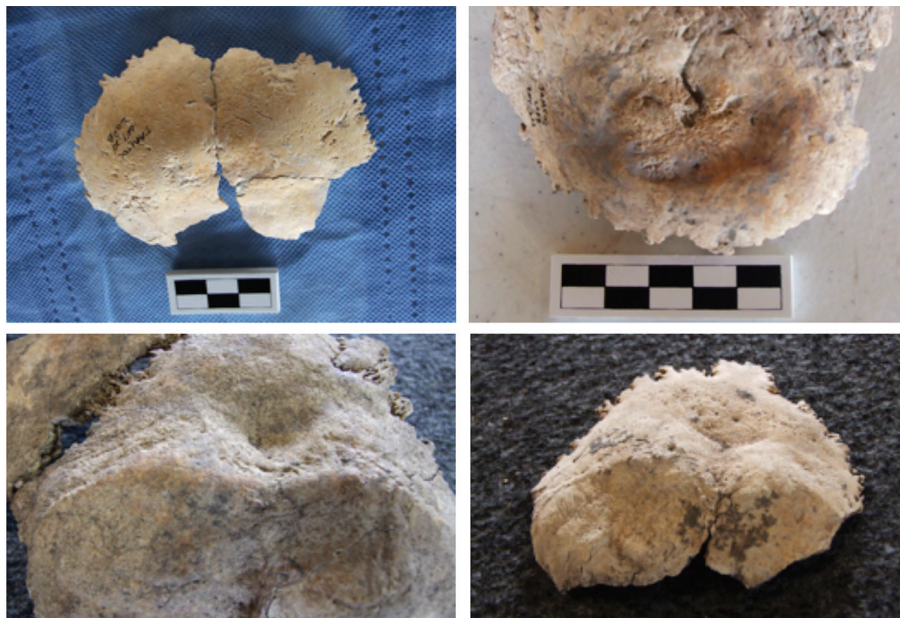
Caso 2. Corresponde a un adulto joven de sexo femenino, la edad a la muerte se estimó entre 15 y 19 años. Está identificado como entierro 202, también de la temporada 2008 y del mismo lugar que el anterior. El occipital tiene lesión suprainiana con huellas de raspado y regeneración del tejido óseo (figura 20).

Caso 3. Corresponde al individuo 8A recuperado en el Rancho Aserradero, durante la temporada 2012; está representado por el cráneo de un individuo adulto de sexo masculino. La lesión suprainiana está marcada sobre las líneas nucales sin llegar a la perforación. No hay huellas de raspado (figura 20).

Caso 4. También procede del Rancho Aserradero, identificado como el entierro 9 de la temporada 2012. Es un fragmento de occipital de un individuo adulto de sexo masculino, la edad a la muerte se sitúa en >30 años. Se identificó la presencia de lesión suprainiana, como un hundimiento debajo de lambda (figura 20).

Caso 5. Corresponde al entierro 17 del Rancho Aserradero, temporada 2012, de una mujer adulta, cuya edad a la muerte se estimó entre 25 y 29 años. Tiene una deformación tabular erecta extrema bilobada, limado dental combinado y lesión suprainiana. El entierro no tenía ajuar ni ofrenda y desafortunadamente no contamos con la fotografía para ilustrar la lesión en cuestión.

Los dos primeros fueron recuperados del Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria, cerca del desplante Este de la estructura C10 y por



*Figura 20.* Arriba: a la izquierda, entierro 202, temporada 2008, lesión supriniana con huella de raspado y regeneración del tejido óseo; a la derecha, hundimiento en la región de lambda, lesión suprainiana en proceso. Abajo: a la izquierda, porción de occipital del individuo del entierro 9 de Rancho Aserradero, temporada 2012. La lesión no perforó la tabla externa del hueso; a la derecha, lesión suprainiana en el individuo 8A de Rancho Aserradero, temporada 2012. No hay huella de raspado, solo el hundimiento en la región del inion (archivo fotográfico del proyecto “Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc”).

detrás del Monumento 32, estos restos habían quedado semiexpuestos durante las maniobras para rescatar este monumento en la temporada 2005; los otros tres fueron localizados dentro de contextos distintos: el cráneo 8A forma parte de los dos entierros secundarios que se localizaron en la parte trasera de la estructura S3 (lado Este), no hay esqueleto poscranial, sólo los fragmentos de los dos cráneos. El individuo 9 fue recuperado en un salvamento efectuado en la estructura S1, antes de que pasara la máquina cribadora arriba de la estructura. Este individuo tenía ofrenda y ajuar mortuorio, acorde al estatus que al parecer tenía el barrio residencial que se asentó en el Rancho Aserradero, por lo que inferimos

que el contexto era más bien doméstico. El tercer entierro de este mismo sitio también se localizó en contexto doméstico.

En cuatro casos el cráneo está fragmentado y en los que existe esqueleto poscranial está incompleto, lo que no permite obtener mayores inferencias más allá de la mera presencia de la práctica; el único esqueleto completo es el número 17, aunque no tiene ajuar ni ofrenda, el tipo de deformación resalta su presencia. Aún con estas limitantes metodológicas me aventuro a realizar las siguientes reflexiones.

Los entierros recuperados de La Noria, una mujer adolescente y un niño de 10 años, son individuos cuyo lugar de entierro no era el común para toda la población, tampoco sabemos si son originarios de este sitio, la presencia de varios tipos de modificación cefálica y su probable origen apuntan hacia una relación con los grupos mayenses, entre los cuales la lesión suprainiana ha sido reportada con mayor frecuencia.

El fechamiento de algunos de los entierros recuperados de La Noria y del Rancho Aserradero los sitúa entre 1300 y 1400 dC<sup>8</sup>, en el periodo Posclásico. Para esta época los estilos de modelado cefálico habían cambiado a los tipos erectos extremos, que se pueden observar en algunos lugares de las tierras mayas, en Tamtoc, en Chalchihuites y llegan hasta la costa del Pacífico en el sitio de Marismas Nacionales. Según Tiesler, la narración de Sahagún sobre “el colodrillo aplanado” se refiere a la región del inion, una región del cráneo donde descansaba la esencia anímica de los individuos, por lo que era cuidadosamente aplanado desde los primeros años de la infancia y que se cubría con cabello como se puede observar en algunos diseños incluso de La Huasteca. De acuerdo con esta opinión, la lesión suprainiana vendría a ser parte del procedimiento de modificación del cráneo. Una vez cicatrizada, en ese lugar descansaba el nudo del aparato deformador mientras el individuo estaba joven, de ahí que algunas de mis propias observaciones sean en ese sentido. El tipo de procedimiento para rebajar la región del inion era distinto según el individuo y las circunstancias, de ahí que veamos varios tipos de esta lesión. Ante los ojos occidentales la lesión suprainiana representaría la “barbarie” a la que se refería el padre Sahagún en sus relatos, así como la perforación de atrás de las orejas. Esta sería una práctica intencional de tipo ritual y que va ligada al proceso de identidad de un individuo, sin

<sup>8</sup> 1416-1486 dC para Rancho Aserradero y 1216-1387 dC para los túmulos de La Noria.

embargo, también registramos otro tipo de lesión que bien pudiera ser compatible con el de una trepanación.

*d) Trepanación*

El entierro 18, del mismo Rancho Aserradero, corresponde al esqueleto de una mujer de 30 y 34 años a la muerte. El cráneo presenta una lesión por raspado o algún procedimiento para rebajar la tabla externa del cráneo, dejando al descubierto sobre el parietal derecho una lesión por raspado con exposición de la tabla interna y con poro tan abierto que podría tratarse de una trepanación no concluida (figura 21).



*Figura 21.* Lesión por raspado sobre el parietal derecho, individuo 18, temporada 2012, Rancho Aserradero. A la izquierda, vista posterior-lateral, en el centro vista superior-lateral y a la derecha vista superior (archivo fotográfico del proyecto “Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc”).

El húmero derecho presenta una perforación también por raspado en la cara interna del tercio superior. Durante el proceso de excavación se localizó una punta de proyectil entre la segunda y tercera vértebras dorsales, sin embargo, el grado de destrucción de estos elementos impiden ver si causó algún tipo de lesión en la columna vertebral. Por el contexto en el que se localizó, es probable que haya sufrido algún acto violento que resultó en una lesión craneal que puso en peligro su vida. El procedimiento para rebajar la tabla externa del cráneo debió haber sido traumático y doloroso, por lo que creo probable que por esta lesión y las otras que pudieron detectarse durante el proceso de excavación la mujer haya muerto antes de finalizar el procedimiento para aliviar la lesión en el cráneo.

La revisión paleopatológica del cráneo mostró fisuras tanto en el frontal como en el mismo parietal, que pudieran ser consecuencia del



traumatismo en el cráneo y que son las llamadas fisuras “por contragolpe”; el cráneo está incompleto, por lo que no es posible inferir más sobre el daño que pudo haber sufrido.

## RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

### *a) El posible origen foráneo de algunos individuos*

La relación de huastecos antiguos con grupos mayas es algo que se ha sugerido desde hace mucho a partir de su similitud lingüística. La antropología dental, a través de los estudios morfológicos, ha encontrado algunas claves que permiten postular el parentesco biológico entre grupos que habitaron La Huasteca potosina y grupos de las tierras altas mayas (Ragsdale y Edgar 2015) y es posible que a partir de las observaciones sobre las modificaciones corporales aquí descritas podamos encontrar otros tipos de relaciones que nos permitan explicar el parentesco cultural de los individuos aquí estudiados con los mayas antiguos del Posclásico.

El Posclásico en general es reconocido como un periodo de amplias movilizaciones y reacomodos de población. Los grupos llevan consigo sus propios estilos y formas de vida y los individuos llevan sus artefactos y otros bienes materiales que les recuerdan su procedencia y su linaje, muchos de estos elementos los han incorporado, han modificado su cuerpo para recordar quiénes eran y de dónde vienen. Cualesquiera que hayan sido las circunstancias de su muerte, el individuo es enterrado con sus propios atributos de identidad, tanto individuales como grupales, en algunos casos dichos atributos son resaltados por el lugar y la forma de entierro, pero en otros quedan disueltos en el anonimato de la última morada. El estudio de los contextos funerarios otorga la posibilidad de reconstruir algunos elementos que permiten rescatar, en parte, la identidad de los individuos, en este caso a partir del estudio de sus cráneos modificados, sus dientes decorados y lesiones de tipo ritual y terapéutico aquí descritos.

El análisis del cráneo por lo general proporciona elementos para conocer cómo lo modificaron, pero rara vez inferimos otro tipo de información, por ejemplo su probable origen como estilo plástico, ya que se analiza independientemente de las otras modificaciones corporales, como podría ser la decoración dental y la lesión suprainiana. Sabemos que la modificación del cráneo era algo generalizado en el mundo prehispánico, y autores como Romano sugieren que los tipos sencillos, por ejemplo los

tabulares erectos eran propios del común del pueblo, no así las formas más complicadas como las oblicuas propias de las clases altas (Romano Pacheco 1987). Las variaciones de estilos podrían ser indicadoras del grupo de procedencia, cuestión que postuló Tiesler en sus trabajos sobre la modificación cefálica intencional entre los antiguos mayas (1998, 1999), que documentó Yépez (2006) en diversas culturas del mundo y analizó Montiel (2018) en el caso de siete sitios arqueológicos de la cultura del Golfo. Esta última autora propuso que la variación en el tipo de modelado cefálico superior tiene una relación cronológica ligada a procesos sociales identificados. Así, el modelado cefálico en realidad representa lazos de etnicidad que es posible distinguir en los contextos sacrificiales analizados, que no tienen relación con la ritualidad sino con el hecho de representar la procedencia de los individuos (*op. cit.*: 147-149). El análisis de Pereira en cráneos modificados de Vista Hermosa, Tamaulipas, sugiere que el tipo tabular erecto cuneiforme es –en su muestra– el mejor indicador de identidad huasteca (*op. cit.*: 397), forma que además está representada en la escultura de esta región, como lo es el caso del adolescente huasteco. Estas observaciones llevan a plantear una hipótesis distinta: dado que este tipo de deformación está presente sólo en el sitio Rancho Aserradero, entonces los depositados en La Noria serían los foráneos.

El limado dental, al menos en la serie osteológica de Tamtoc, no tiene presencia generalizada, sino sólo en 44.1% de los individuos analizados. Al comparar la información obtenida de los entierros de La Noria y Rancho Aserradero tenemos otro tipo de información. La mayoría de los individuos sepultados en La Noria, tenían el tipo de limado B y C, en algunas de sus variantes, pocas veces combinadas, todos con deformación tabular erecta. Pocos, además, tenían limado dental del grupo F, algunos de esos tipos, F7, F8 y F9 no han sido registrados para México, sólo para Centroamérica; el F6 es propio de los grupos prehispánicos de América del Sur (Romero Molina 1974a: 233).

Los entierros de Rancho Aserradero que se enlistan en la cuadro 3 y los entierros 46, 78 y 81 lucen un decorado más complejo, sin embargo, el tipo de limado que lucen es común en La Huasteca. De acuerdo con las excavaciones hechas en los sesenta en el sitio de Tamuín, en específico de los entierros depositados en túmulos similares a los de La Noria, Romano (1965) identificó la presencia del limado C4 como propio de ese sitio y Romero establece, a partir de ese hallazgo, una probable conexión

*Cuadro 3.* Presencia de limado tipo “F” en la serie osteológica de Tamtoc

Entierro	Temporada	Procedencia	Modificación craneal	Limado dental	Sexo, edad y lesión suprainiana
52	2005			C1, F1	M adulto
205A	2008		No definida	F2	F 20-24
206					¿? 15-19
13	2009-1	La Noria	Tabular erecto	C3, F6	M 20-24
14-2				F2, F8	F 30-34
14-1				F8, F6	M 20-24
15				F7, F8	M 25-29
46	2011			C7, C9, F1	M 10-14
78	2017		Tabular erecto frontooccipital	C5, F1, F4	F 20-24
81				Tabular erecto	F1, F4
2	2010		Tabular oblicuo	B2, B4, C4, C9, F8, F9	F 25-29
12				F2, F6	F 25-29
13	2012	Rancho Ase- rradero	Tabular erecto	B2, C1, C6, F3	M 35-39
17			Tabular erecto frontooccipital bilobado	B1, C1, F2	F 25-29 Lesión suprainiana

Fuente: elaborada a partir de la base de datos de Hernández (2018) de los entierros recuperados de las temporadas de campo 2001-2018.

con el área maya, ya que ese tipo de limado procede de la fase Tepeu del Clásico Tardío (Karam Tapia y Martínez Mora 2012: 193). El otro tipo de limado, identificado como propio de La Huasteca es el F4, registrado para Tamtoc por Montiel (2004) y en otros sitios de la huasteca como Tanquián y Platanitos por Faulhaber (1949) y Serrano y Ramos (1984). Pereira (*op. cit.*: 403), para el caso de Vista Hermosa, Tamaulipas, observa

que 82% de los dientes con limado corresponden al grupo C, registrado en 21 de los 26 individuos analizados. Por lo tanto, también en este caso es posible postular como una hipótesis de confirmación futura con medios bioquímicos, que los individuos sepultados en La Noria, a excepción de los entierros 46, 79 y 81, son de procedencia foránea, probablemente del sur de Mesoamérica; estos tres entierros de La Noria, junto con el 13 y el 17 de Rancho Aserradero, tienen una decoración dental muy común en La Huasteca. El caso del individuo 12 del entierro 9-1, así como el individuo del entierro 2 es especial, ellos tienen un tipo de limado de procedencia foránea: el limado combinado del entierro 2 tiene elementos decorativos que proceden de Centroamérica, mientras que el limado F6 del entierro 12 ha sido identificado como originario de América del Sur.

*b) Sobre la identidad y las prácticas que modificaban la apariencia corporal*

La modificación intencional de la bóveda craneana se realizaba en la primera infancia (primer año de vida) aprovechando la plasticidad de los huesos del recién nacido. De acuerdo con la investigación etnohistórica y etnográfica de Tiesler a propósito del modelado cefálico en los mayas prehispánicos (2012: 57), era una práctica llevada a cabo y perpetuada por mujeres, de segunda o tercera generación, algo que no había quedado claro en las múltiples referencias sobre la manera en que se iniciaba la modificación del cráneo en los niños y se sugirió la presencia de especialistas encargadas de llevarla a cabo. Tiesler sugiere que las parteras moldeaban el cráneo del recién nacido con sus manos y posteriormente eran colocado en la cuna deformatoria o se les colocaba el aparato deformador, con el que permanecían algún tiempo hasta lograr la modificación del cráneo y evitar que retornara a su forma original durante el crecimiento del niño. No se sabe cuánto tiempo era expuesto el menor a la cuna deformatoria o al aparato portátil colocado sobre su cabeza, pero es posible pensar que hasta después de los cuatro años, cuando las fontanelas se han cerrado, principalmente la localizada en la región de bregma, aunque Tiesler señala que pudo ser más allá de esa edad para evitar el rebote por el crecimiento del cráneo en la infancia tardía.

Del trabajo de Tiesler (2012: 44) quiero tomar la cita de Francisco López de Gómara, a propósito de la modificación intencional del cráneo entre los grupos nahuatlizados de Guatemala: “Las parteras hacen que las criaturas no tengan colodrillo, y las madres las tienen echadas en

cunas de tal suerte que no les crezca porque se precian sin él” (López de Gómara 1997 [1552]: 246). Esta referencia parece explicar lo aplanado de la nuca, al no permitir que el inion u occipucio se desarrollaran aunque, como la autora lo señala, no sabemos cómo lo lograban. La lesión suprainiana, práctica identificada en algunos individuos de Tamtoc, alude a este afán de reducir esa región de la cabeza, ya que las huellas dejadas en el hueso proceden del raspado y horadación en algunos casos, y en otros de un sólo hundimiento de la región iniana. Así pues, la práctica de moldear el cráneo trae como consecuencia, en algunos casos, la intención de borrar de la nuca la saliente natural del inion, comportamiento que relata y explica abundantemente Tiesler (2012: 48-52) para el caso de los mayas, pero que para La Huasteca sólo tenemos la descripción de Sahagún:

“... son de frente ancha y las cabezas chatas; y los cabellos traían los teñidos de diferentes colores, unos de amarillo, otros de colorado y otros de otros colores diferentes, y unos traían los cabellos largos en el colodrillo y otros los diferenciaban.” (Sahagún 1981, tomo III, libro IX, página 203).

La alusión al uso de los cabellos largos en el colodrillo y que otros lo diferenciaban, es similar a la usanza de los mayas de proteger esa región donde residía la esencia anímica y había que protegerla, según sus creencias, del daño que puede representar en los niños la existencia de las fontanelas y el occipucio. Las primeras se cerraban a los cuatro años, sólo permanecía la protuberancia del inion, que desaparecía al aplanarla intencionalmente. Después de lograr el total aplanado de la nuca del niño, había que protegerla evitando que el cabello le fuera retirado, de ahí la descripción de la presencia de cabellos en esa región de la cabeza, aunque el resto del cráneo se mantuviera sin ellos. Lo anterior permite especular sobre un posible origen de aquella región de los individuos con este tipo de lesión, debido al reducido número de casos (cinco) de lesión suprainiana registrado en esta serie osteológica.

Al analizar la distribución por edades de los 81 individuos con limado dental (figura 19), vemos que está presente desde edades de segunda infancia (cinco a nueve años), tanto en su modalidad de limado sencillo como del combinado, algo que algunos investigadores han puesto en tela

de duda ya que hace cuatro décadas Romero postuló que era una práctica que se realizaba sólo en adultos.

Ante dicha evidencia y de acuerdo con nuestra exposición, una vez que el cráneo era modificado, se especificaban algunos elementos que afianzaban la identidad de grupo del individuo mediante el limado dental, que es probable se efectuara paulatinamente en los dientes permanentes recién brotados, de tal manera que al llegar a la edad adulta los elementos de personalidad e identidad ya estaban plasmados en los cuerpos de los individuos. Es posible que otro tipo de adorno corporal complementara los elementos de identidad como la escarificación y la pintura corporal, pero no dejan huella en los restos óseos, sólo en la memoria de la humanidad, como algunas fuentes de primera mano que han asentado el uso de pigmentos tanto en cabello como en la cara:

“...Tienen los dientes agudos porque los aguzaban a posta; tenían por ornamento brazaletes de oro en los brazos, y en las piernas una medias calzas de pluma y en las muñecas de las manos unas muñecas de chalchihuites; y en la cabeza, junto a la oreja, poníanse plumajes redondos a manera de grandes moscaderos de hoja de palmas, o de plumas coloradas, largas, puestas a manera de rueda, y en las espaldas unos aventaderos también de plumas coloradas [...] los defectos de los **cuextecas** son, que los hombres no traen maxtles con que cubrir sus vergüenzas, aunque entre ellos hay gran cantidad de ropa; traen las narices agujereadas, y con hojas de palmas las ensanchan, y en el agujero de ellas ponían un cañuto de oro y dentro del cañuto atravesaban un plumaje colorado, y aguzaban sus dientes a posta, y los teñían de negro y otros colores...”

Sahagún, 1981[1915], tomo III, libro IX: 203-204.

## REFERENCIAS

AHUJA O., G.

2005 *Informe Técnico Parcial del Proyecto Arqueológico Tamtoc, San Luis Potosí, Temporada 2002-2004, Programa de Mantenimiento Mayor*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

BARNES, E.

2012 *Atlas of developmental field anomalies of the human skeleton*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, Nueva Jersey.

CSORDAS, T.

- 1990 Embodiment as a Paradigm for Anthropology, *Ethos* 18: 5-47.  
 1999 Embodiment and Cultural Phenomenology. G. Weiss y H. Faber (eds.), *Perspectives on embodiment. The intersections of nature and culture*, Routledge, Londres.

DÁVILA CABRERA, P. Y D. ZARAGOZA OCAÑA

- 1998 *Informe Técnico Parcial del Proyecto Tantoc*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

DEMBO, A. Y J. IMBELLONI

- 1938 *Deformaciones intencionales del cuerpo humano de carácter étnico*, Humanior Biblioteca del Americanista Moderno, Buenos Aires.

DI PESO, C., J. B. RINALDO Y G. J. FENNER

- 1974 *Casas Grandes. A Fallen Trading Center of the Gran Chichimeca* 8, 8 vols., The Amerind Foundation, Inc./Northland Press, Dragoon/Flagstaff, Arizona.

DUDAY, H.

- 1997 Antropología biológica “de campo”, tafonomía y arqueología de la muerte, E. Malvido Miranda, G. Pereira y V. Tiesler Blos (eds.), *El cuerpo humano y su tratamiento mortuario*. Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México: 91-126.

DU SOLIER, W.

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

FASTLICH, S.

- 1947 Estudio dental y radiográfico de las mutilaciones dentarias, *Anales del INAH*, 2: 7-14.  
 1971 *La odontología en el México prehispánico*, Talleres de Edimex, México.

FAULHABER, J.

- 1949 Restos óseos de La Huasteca, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, X: 77-98. Sociedad Mexicana de Antropología, México.

FISHER, G. Y D. DIPAOLO LOREN

- 2003    Embodiment in archaeology. Introduction, *Cambridge Archaeological Journal*, 13(02): 225-230.

FOWLER, C.

- 2004    *The archaeology of personhood. An anthropological approach*, Routledge, Londres.

GILL, G. W.

- 1985    Cultural implications of artificially modified human remains from Northwestern Mexico. M. S. Foster y P. C. Weigand (eds.), *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*, A Westview Special Study, Westview Press, Boulder y Londres.

GÓMEZ VALDÉS, J. A., J. BAUTISTA MARTÍNEZ Y A. ROMANO PACHECO

- 2007    Morfometría geométrica aplicada al estudio de la deformación cefálica intencional, *Estudios de Antropología Biológica XIII*: 117-134.

HERNÁNDEZ ESPINOZA, P. O.

- 2012    Los entierros de La Noria: esbozo bioarqueológico, G. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O. Hernández Espinoza, (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana*, Colección Arqueología, Serie Logos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 95-127.

JOYCE, R.

- 2000    *Gender and Power in Prehispanic Mesoamerica*, University of Texas Press, Austin.

KARAM TAPIA, C. E. Y E. MARTÍNEZ MORA

- 2012    Modificaciones dentales en La Huasteca potosina y su relación con Tamtoc, G. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O. Hernández Espinoza (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 187-200.

KNUDSON, K. J. Y C. M. STOJANOWSKI (EDS.)

- 2010    *Bioarchaeology and identity in the Americas*, University Press of Florida, Gainesville.



LAGUNAS RODRÍGUEZ, Z.

- 1970 Notas sobre el hallazgo de cráneos con lesión suprainiana en Cholula, *Boletín del INAH* 39: 1-4.

LAGUNAS RODRÍGUEZ, Z. Y B. OCAÑA DEL RÍO

- 2013 Nuevos casos de mutilación dentaria en Cholula prehispánica, *Estudios de Antropología Biológica*, XVI: 119-132.

LARSEN, C. S.

- 1997 *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from Human Skeleton*, Cambridge University Press, Cambridge.

LÓPEZ DE GÓMARA, F.

- 1997 [1552] *Historia de la Conquista de México*, Colección "Sepan Cuantos..." 566, Editorial Porrúa, México.

MANN, R. W. Y D. R. HUNT

- 2005 *Photographic Regional Atlas of Bone Disease. A guide to Pathological and Normal Variation in the Human Skeleton*, Charles C. Thomas Publisher, LTD, Springfield, Illinois.

MANZANILLA, L.

- 2003 Social identity and daily life at Classic Teotihuacan, J. A. Henshaw y R. A. Joyce (eds.), *Mesoamerican Archaeology: theory and practice*, Willey-Blackwell, Hoboken, New Jersey: 124-147.

MÁRQUEZ MORFÍN, L. Y E. GONZÁLEZ LICÓN

- 1992 La trepanación craneana entre los antiguos zapotecos de Monte Albán. *Cuadernos del Sur* 1: 25-50.

MARTÍNEZ DE LEÓN MÁRMOL, B. L.

- 2009 La deformación cefálica intencional tipo tabular, variante superior, en El Zapotal, Veracruz, *Estudios de Antropología Biológica* XIV-II: 489-501.

MARTÍNEZ MORA, E. Y P. O. HERNÁNDEZ ESPINOZA

- 2012 El conjunto funerario de un poblado del Clásico. Una explicación desde la bioarqueología. G. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O.

Hernández Espinoza, (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana*, eds., 1ª ed, Colección Arqueología, Serie Logos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 233-252.

MARTÍNEZ SERRANO, M. J., P. O. HERNÁNDEZ ESPINOZA Y E. MARTÍNEZ MORA

2012 Conjunto Norte Aserradero ¿un sitio residencial de élite?, G. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O. Hernández Espinoza (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana*, 1ª ed, Colección Arqueología, Serie Logos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 253-268.

MONTIEL MENDOZA, M.

2004 Estudio osteológico de los entierros de Tantoc, licenciatura en antropología física, División de Licenciaturas, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

2013 Modificaciones corporales en la Huasteca Prehispánica, maestría en antropología, Instituto de Investigaciones Antropológicas, maestría en antropología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

2018 Modelado cefálico superior y etnicidad en las Culturas del Golfo, Facultad de Filosofía y Letras, doctorado en antropología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

PEREIRA, G.

2017 Características bioculturales de la población de Vista Hermosa, C. Stresser-Péann y G. Pereira, (eds), *Vista Hermosa. Nobles, artesanos y mercaderes en los confines del mundo huasteco. Estudio arqueológico de un sitio del Posclásico Tardío del municipio de Nuevo Morelos, Tamaulipas*, Vol. I, Instituto Nacional de Antropología e Historia/Fundación Stresser-Péann/Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, Ciudad de México: 379-449.

RAGSDALE, C. S. Y H. J. H. EDGAR

2015 Cultural interaction and biological distance in postclassic period Mexico, *American Journal of Physical Anthropology*, 157(1): 121-133.

- RAMÍREZ SALOMÓN, M., V. TIESLER BLOS, I. OLIVA ARIAS Y G. MATA AMADO  
 2003 Posibles técnicas empleadas en la decoración dental en la Mesoamérica Prehispánica. Un estudio experimental de instrumentos y superficies, *Estudios de Antropología Biológica*, XI-II: 983-998.
- ROBERTS, C. Y K. MANCHESTER  
 2005 *The Archaeology of Disease*, 3ª ed., Cornell University Press, Ithaca, Nueva York.
- ROMANO PACHECO, A.  
 1965 *Estudio morfológico de la deformación craneana en Tamuín, S. L. P. y en la Isla del Ídolo, Veracruz*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.  
 1974a Deformación Cefálica Intencional, J. Romero Molina, (ed.), *Antropología Física. Época Prehispánica*, México: Panorama histórico y cultural, Vol. III, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 195-227.  
 1974b Sistema de enterramientos, J. Romero Molina (ed.), *Antropología Física. Época Prehispánica*, México: Panorama histórico y cultural, Vol. III. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 85-111.  
 1975 Los cráneos deformados de El Zapotal I, Veracruz, *Proceedings of the XIII Mesa Redonda: Balance y Perspectivas de Mesoamérica y del Norte de México*: 57-64.  
 1987 Iconografía Cefálica Maya, *Proceedings of the Memorias del Primer Coloquio Internacional de Mayistas*, México: 27-41.
- ROMERO MOLINA, J.  
 1958a *Mutilaciones dentarias prehispánicas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.  
 1958b *Mutilaciones dentarias prehispánicas de México y América en general*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.  
 1960 Últimos hallazgos de mutilaciones dentarias en México, *Anales del INAH* 12:178-215.  
 1965 Recientes adiciones a la colección de dientes mutilados, *Anales del INAH* 18:222-256.  
 1970 Dental mutilation, trephination and cranial deformation. R. Wauchope (ed.), *Handbook of Middle American Indians*, Vol. 4., University of Texas Press, Austin: 50-67.

- 1974a La mutilación dentaria, J. Romero Molina (ed.), *Antropología Física. Época Prehispánica*, pp. 229-250. México: Panorama Histórico y Cultural III. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 1974b La trepanación prehispánica, J. Romero Molina (ed.), *Antropología Física. Época Prehispánica*, México: Panorama Histórico y Cultural III. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 179-194.
- 1986 *Catálogo de la Colección de Dientes Mutilados Prehispánicos, IV parte*. Colección Científica, Serie Fuentes. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

ROMERO MOLINA, J. Y S. FASTLICH

- 1951 *El arte de las decoraciones dentales*, Ediciones Mexicanas, México.

SAHAGÚN, F. B.

- 1981 *Las cosas de la Nueva España*, Editorial Porrúa Hermanos, México.

SALAZAR LAMA, D., E. MARTÍNEZ MORA Y G. CÓRDOVA TELLO

- 2012 Espacios sagrados en Tamtoc. El caso del monumento de *La Sacerdotiza* y su entorno. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O. Hernández Espinoza (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana* (eds.), Colección Arqueología. Serie Logos, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 269-300.

SERRANO SÁNCHEZ, C.

- 1973 La lesión suprainiana en Mesoamérica: implicaciones arqueológicas, *Estudios de Cultura Maya* 9: 29-45.

SERRANO SÁNCHEZ, C. Y R. M. RAMOS

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

SIERRA SOSA, T., A. CUCINA, D. T. PRICE, J. H. BURTON Y V. TIESLER

- 2014 Maya coastal production, exchange, life style and population mobility: A view from the Port of Xcambo, Yucatan, Mexico, *Ancient Mesoamerica*, 25: 221-238.

## SOTO PADILLA, A. G.

- 2018 Estudio de las técnicas de modificación dental en el sitio de Tamtoc, S.L.P. durante el Posclásico (900-1450 d.C.), Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

## STEWART, D. T.

- 1969 Pseudo-trephination, *American Journal of Physical Anthropology*, 35: 296-297.
- 1975 Recent examples of pseudo-trephination, *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas*, I: 99-102.
- 1976 Are supra-inion depressions evidence of prophylactic trephination?, *Bulletin of the History of Medicine*, 50: 414-434.

## STRESSER-PÉAN, G. Y C. STRESSER-PEÁN

- 2001 *Tamtok. Sitio arqueológico huasteco*, traducción de A. Torres, 2 vols., Instituto de Cultura de San Luis Potosí, Colegio de San Luis, A. C., CONACULTA-INAH, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos (CEMCA), México.

## TIESLER BLOS, V.

- 1998 *La costumbre de la deformación cefálica entre los antiguos mayas: Aspectos morfológicos y culturales*, Colección Científica 27, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 1999 Rasgos bioculturales entre los antiguos mayas: aspectos arqueológicos y sociales, tesis de doctorado en antropología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 2001 *Decoraciones dentales entre los antiguos mayas*, Páginas Mesoamericanas 3. Ediciones Euroamericanas/Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2002 [1998] *La costumbre de la deformación cefálica entre los antiguos mayas. Aspectos morfológicos y culturales*, Colección Científica, Serie Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2006 ¿Hubo trepanación entre la antigua sociedad maya? Una apreciación regional, *Antropología Física Latinoamericana* 4: 169-218.

- 2012 *Transformarse en maya. El modelado cefálico entre los mayas prehispánicos y coloniales*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- VERANO, J. W.  
1995 La trepanación como tratamiento terapéutico para fracturas craneales en el antiguo Perú, *Estudios de Antropología Biológica*, VIII: 65-81.
- WEISS, P.  
1981 La trepanación ritual suprainiana. Rasgos de culturas peruanas encontrados también en México y Guatemala, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina*, a 5 (36): 193-211.
- WHITE, C. D., F. J. LONGSTAFFE, D. M. PENDERGAST Y J. MAXWELL  
2010 Cultural embodiment and the enigmatic identity of the lovers from Lamanai, K. J. Knudson y C. M. Stojanowski (eds.), *Bioarchaeology and identity in the Americas*, University Press of Florida, Gainesville: 155-176.
- YÉPEZ VÁSQUEZ, Z. R.  
2006 La práctica cultural de modelar la cabeza en dos culturas andinas del antiguo Perú: Paracas y Chancay. Un estudio de los procesos de significación de la cabeza modelada intencionalmente, tesis de doctorado en antropología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.



# LA MANDÍBULA GRABADA DEL RECINTO SAGRADO DE TENOCHTITLAN

Víctor Cortés Meléndez\*, Guilhem Olivier\*\*  
y Ximena Chávez Balderas\*\*\*

\* *Proyecto Templo Mayor, Instituto Nacional de Antropología e Historia*

\*\* *Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México*

\*\*\* *Fiscalía General del Estado de Quintana Roo*

## RESUMEN

Según distintas fuentes etnohistóricas del siglo XVI, el recinto sagrado de Tenochtitlan era la manifestación más ferviente de la religión mexica, un dato que se puede corroborar a través de su arquitectura, sus materiales e imágenes hieráticas. De acuerdo con las descripciones de fray Bernardino de Sahagún y de sus colaboradores nahuas, este lugar estaba ocupado por 78 edificios, entre los cuales se encontraba el Calmécac, centro de educación religiosa para los hijos de la nobleza. Gracias a las exploraciones del Programa de Arqueología Urbana, este edificio se localizó durante las excavaciones del predio de Donceles núm. 97 del Centro Histórico de la Ciudad de México, en donde también fueron recuperados diversos materiales de gran relevancia arqueológica. En este artículo se analiza un fragmento de mandíbula grabada –hallada en este mismo contexto– por medio de estudios tafonómicos, tecnológicos, iconográficos y del perfil biológico que nos permiten descifrar parte de la cadena operativa de este objeto, así como su simbolismo.

PALABRAS CLAVE: mandíbula, Tenochtitlan, tafonomía, MEB, Mixcóatl y xiuhcōatl.

## ABSTRACT

According to different ethnohistorical sources of the sixteenth century, the sacred precinct of Tenochtitlan was the most fervent manifestation of the Mexica religion,



a fact that can be corroborated through its architecture, its materials and hieratic images. Friar Bernardino de Sahagún and his Nahua collaborators, suggested that this place was occupied by 78 buildings, among which was the Calmécac, center of religious education for the children of the nobility. Thanks to the explorations of the Urban Archaeology Program, this building was found during the excavations of the Donceles No. 97 site of the Historic Center of Mexico City, where numerous materials of great archaeological relevance were also recovered. In this article we analyze a fragmentary carved mandible –found in this same context– through taphonomic, technological, iconographic and biological profile analyses to decipher part of the operative chain of this object, as well as its symbolism.

KEYWORDS: mandible, Tenochtitlan, taphonomy, MEB, Mixcóatl y xiuhcóatl.

## INTRODUCCIÓN

Existe evidencia en toda Mesoamérica de que el cuerpo humano era usado con fines rituales, ornamentales y utilitarios (Pijoan Aguadé 1997; Pijoan Aguadé y Mansilla 1997; Pijoan Aguadé y Lizarraga 2004; Talavera 2008; Tiesler 2007).<sup>1</sup> Se sabe, por ejemplo, que en ocasiones la piel desollada de un individuo era utilizada como vestimenta ritual, la carne podía destinarse a la antropofagia, las cabezas cortadas podían ser descarnadas y esqueletizadas para la elaboración de cráneos de *tzompantli* o efigies de deidades (máscaras-cráneo y cráneos con perforación basal), mientras que los huesos largos eran empleados como armas, instrumentos musicales o, bien, como materia prima para la elaboración de herramientas y adornos (Chávez Balderas 2017; Cortés Meléndez 2019; López Austin y López Luján 2008: 33).

No obstante, en lo concerniente al uso de las mandíbulas, tema en el cual nos enfocamos en el presente trabajo, las fuentes históricas no proporcionan muchos datos al respecto. Algunos códices simplemente

<sup>1</sup> De acuerdo con Gilberto Pérez Roldán y colaboradores (2012: 312-314) el *uso ornamental* designa a los objetos que sirven de adorno para el cuerpo, el *uso votivo* [ritual] son aquellos restos óseos depositados como parte de ofrendas o asociados a un entierro, mientras que el *uso utilitario* se refiere a los huesos manufacturados para ser empleados en distintas tareas, por ejemplo, como herramientas para la modificación de materias primas.

ilustran la quijada descarnada como un atributo característico de los dioses telúricos, nocturnos o del inframundo. Una excepción la podemos encontrar en un breve pasaje de la obra de fray Diego de Landa, quien describe dichas secciones anatómicas como brazaletes a modo de trofeos de guerra (Landa 1986: 52).

Pese a ello, los hallazgos arqueológicos nos han permitido conocer los diferentes usos que tenían las mandíbulas humanas. Por ejemplo, en Teotihuacan este tipo de restos óseos eran utilizados como collares, al menos, así fue documentado en el entierro múltiple localizado en el Templo de la Serpiente Emplumada (Sugiyama 2010: 86). Un caso similar fue descubierto en la llamada Casa de las Águilas del recinto sagrado de Tenochtitlan. De acuerdo con la interpretación arqueológica y contextual se sabe que, durante la clausura de la segunda etapa constructiva de este edificio, algunas esculturas de cerámica del dios del Inframundo fueron ataviadas con collares de mandíbulas, bañadas en sangre y cubiertas con tierra. Al respecto, Leonardo López Luján (2006, I: 96) menciona que estos segmentos óseos, más allá de estar vinculados con el sacrificio o la adquisición de trofeos de guerra, debieron de haber acentuado la representación esqueletizada de las efigies y, de manera aunada, concretado su muerte simbólica e inhumación definitiva. En este mismo tenor, Alfonso Caso (1969: 61) opina que algunos de los maxilares con perforaciones hallados en Monte Albán pudieron haber fungido como máscaras-bucales para los sacerdotes. En otros casos, dichos segmentos anatómicos han sido identificados como depósitos rituales, tal y como se ha registrado en Tlatelolco y algunos sitios del área maya (Coe 1990; Chase y Chase 2002: 5; Serrano y López 1972; Welsh 1988: 162-165).<sup>2</sup>

De gran interés son las explicaciones de algunos investigadores sobre las connotaciones simbólicas que pudieron tener estos objetos. Arturo Romano y Rodolfo Cid (2004: 152-153), por su parte, plantean que la quijada pudo estar asociada con la agricultura y la muerte. En cambio, Jill Furst (1982, I: 318) señala que la representación de mandíbulas no estaría forzosamente asociada con cuestiones mortuorias, pues menciona que este tipo de elementos también aparecen como signos de generación de vida.

<sup>2</sup> Para un recuento de las mandíbulas animales y humanas recuperadas en contextos arqueológicos, el lector puede remitirse a Oliver *et al.* 2019.

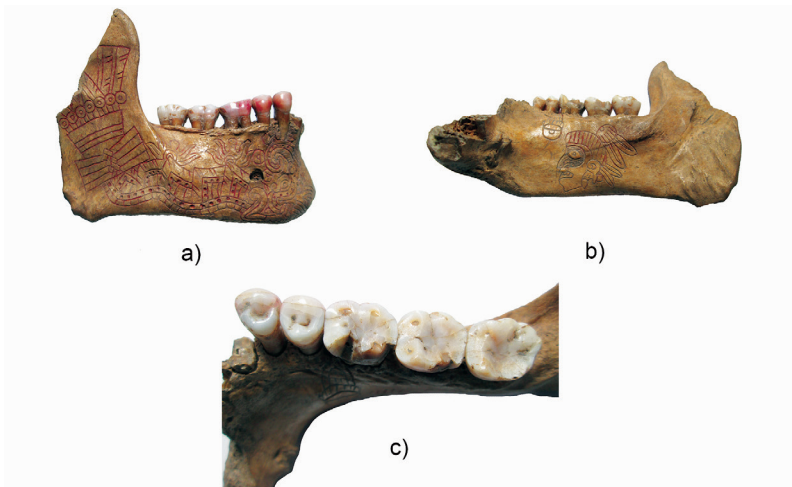


Figura 1. Mandíbula recuperada en el Centro Cultural de España en México (CCEM), nótese la presencia de pigmento rojo en las incisiones y en las piezas dentales: a) vista externa, b) vista interna, c) cara oclusal de los molares donde se aprecia un claro desgaste dental (fotos Víctor Cortés).

#### LAS MANDÍBULAS GRABADAS: EL REGISTRO ARQUEOLÓGICO MESOAMERICANO

Si bien es cierto que la importancia de la mandíbula que se analiza a continuación subyace en los grabados y diseños en ella plasmados, también destaca por ser uno de los pocos casos registrados de mandíbulas decoradas en Mesoamérica (figuras 1a y 1b). Hasta donde sabemos, este tipo de elementos óseos han sido documentados para el área maya, el norte y el centro de México, así como para Oaxaca.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Además, tenemos noticia de dos mandíbulas de animal que también fueron labradas. La primera de ellas corresponde a la quijada de un manatí (*Trichechus manatus*) que tiene 11 glifos calendáricos de estilo mixteco. Actualmente se encuentra en el Museum für Völkerkunde en Viena (Nowotny 1961; Pohl y Urcid 2006: 234-235). Otro ejemplo corresponde a una mandíbula de jaguar (*Panthera onca*) procedente de la Isla Uaymil, Campeche. Desafortunadamente se encuentra incompleta y muy erosionada. Forma parte del acervo del National Museum of the American Indian (Smithsonian Institution), Washington D.C.

En lo que atañe al área maya, uno de los hallazgos más tempranos lo debemos a Alfred Kidder y colaboradores, quienes reportan en Tikal un cráneo con mandíbula que presentan una serie de grabados (Kidder *et al.* 1946). Más recientemente, se han podido localizar algunos fragmentos de cráneos y mandíbulas grabadas en sitios como Pacbitun y Pakal Na, en Belice (Harrison-Buck *et al.* 2008; Wrobel *et al.* 2019). En el norte de México, en Casas Grandes, Chihuahua, tenemos documentado un fragmento de mandíbula taladrado, que fue pintado de color rojo y decorado con turquesas (Ravesloot 2003: 38).

Para el centro de México, José Luis Franco (1968: 54) reporta una mandíbula recuperada en la zona de Xico, en el Estado de México, cuya decoración consiste en la representación de dos víboras de cascabel (*Crotalus* sp.) y un monstruo terrestre con rasgos de Tláloc. Este objeto podría corresponder al Clásico (200-650 dC) y su iconografía ha sido vinculada con el Golfo de México; desafortunadamente, carecemos de información sobre su hallazgo.

Asimismo, Arturo Talavera González (2008) ha dado a conocer otro ejemplo de mandíbula trabajada procedente del sitio Epiclásico de Cacaxtla (650-900 dC), la cual presenta diseños de grecas, la representación de un mono con la cola enroscada tallada en la rama mandibular izquierda, así como un monstruo telúrico en el mentón (Talavera González, comunicación personal, mayo de 2017). Del mismo modo, en Tlatelolco se localizó una mandíbula decorada con una figura antropomorfa, resguardada actualmente en la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología.<sup>4</sup>

Sin lugar a duda, la mayoría de las mandíbulas grabadas han sido recuperadas en Oaxaca. Caso (*op. cit.*: 60-62) fue el primero en reportar la presencia de “cinco maxilares inferiores”, recuperados al interior de la Tumba 7 de Monte Albán. Más que estar talladas propiamente, estaban pintadas de rojo y presentaban perforaciones en la parte inferior.<sup>5</sup>

Marcus Winter y Javier Urcid (1990) dan noticia de una mandíbula grabada y decorada con una incrustación de pirita, hallada en 1983 en

<sup>4</sup> En el Antiguo Palacio de Autonomía se encuentra otro ejemplo de mandíbula humana grabada con incrustaciones de pirita y jade, sin embargo, dicho objeto carece de contexto.

<sup>5</sup> También se ha reportado la existencia de maxilares como trofeos de guerra, tal es el caso del ejemplar localizado en Cerro Tilcajete (Duncan *et al.* 2009).

una plaza cívica de Eloxochitlán, perteneciente a la Sierra Mazateca de Oaxaca. De acuerdo con los investigadores, la pieza – fechada entre los años 500 y 750 dC– corresponde a un individuo adulto de sexo masculino, la cual fue decorada con diseños de estilo ñuiñe de la mixteca baja y posiblemente utilizada como brazalete.<sup>6</sup> Para estos autores los grabados podrían hacer alusión al nombre calendárico de un ancestro.

De igual forma, se tiene registro de una mandíbula fragmentada con glifos calendáricos incisos y una incrustación de piedra verde (a modo de diente), procedente de la Mixteca baja de Oaxaca. Con relación a esta pieza, Ángel Iván Rivera Guzmán (2014) llega a la conclusión de que pertenece a un individuo de sexo masculino de 20 a 25 años de edad y pudo haber sido utilizada como máscara-bucal. Este investigador concuerda que los glifos harían alusión a los nombres calendáricos de ancestros.

En fechas más recientes, las exploraciones arqueológicas llevadas a cabo en el 2015 en el sitio de Dainzú-Macuixóchitl han dado como resultado el hallazgo de un nuevo fragmento de mandíbula grabada. Está decorada con rayas y volutas, preservando restos de pintura y podría tener unos 1 300 años de antigüedad (Jarus 2016; Leigh y Faulseit 2020; Jeremias Pink, comunicación personal 2018).

#### LA MANDÍBULA GRABADA DEL CENTRO CULTURAL DE ESPAÑA EN MÉXICO

Desde su creación en 1991, por parte del arqueólogo Eduardo Matos Moctezuma, el Programa de Arqueología Urbana ha generado a través de sus exploraciones nuevos e interesantes conocimientos en torno a la arqueología mexicana. Un claro ejemplo de ello surgió a partir de las intervenciones arqueológicas llevadas a cabo durante los trabajos de ampliación del Centro Cultural de España en México, justo en el predio de Donceles núm. 97 del Centro Histórico de la Ciudad de México. Dichas labores dieron como resultado el descubrimiento de uno de los edificios que conformaban el recinto sagrado de Tenochtitlan: nos referimos al Calmécac, escuela para la formación religiosa y cultural de los hijos de la nobleza (Barrera y López Arenas 2008).

<sup>6</sup> Dicha interpretación de los especialistas está apoyada en una figura en estuco de la Tumba 6 de Lambityeco, donde se aprecia el uso de mandíbulas como brazaletes (Winter y Urcid 1990).

Entre los materiales de manufactura prehispánica hallados en esta excavación se encuentran: un *cuauhxicalli* o “vasija de águila”, esculturas del dios Mictlantecuhtli y Xiuhtecuhtli, un conjunto de seis almenas de barro en forma de caracol seccionado, así como algunas lápidas alusivas al desmembramiento y al dios Xipe Tótec. No obstante, destaca una pieza de gran interés y eje central de nuestro estudio; se trata de un fragmento derecho de una mandíbula humana recuperado en dicho sitio, el cual presenta un decorado con incisiones en las cuales, por cierto, aún se conservan restos de pigmentos rojo y negro.<sup>7</sup> A continuación, se presentan los resultados de un conjunto de análisis (del perfil biológico, tafonómicos, tecnológicos e iconográficos) de este objeto, con la finalidad de reconstruir sus procesos de producción, el perfil del individuo y la iconografía plasmada.

#### *Análisis del perfil biológico*

El análisis del perfil biológico se vio limitado, pues se trata únicamente de un fragmento del lado derecho. No obstante, pudimos determinar que corresponde a un individuo del sexo masculino con una mandíbula robusta, eversión gonial, ángulo y mentón rectos. Es un adulto cuyo desgaste dental es compatible con las fases F y G de Owen Lovejoy (1985), es decir, un rango que va entre 30 y 40 años. Sin embargo, al no contar con más elementos del esqueleto es difícil precisar su edad, ya que el desgaste podría ser el resultado de una dieta abrasiva (figura 1c). El individuo presenta caries grado A y B, es decir, con afectación del esmalte y la dentina (Chimenos 2003). Además, registramos cálculo dental en los molares y los premolares; presenta pérdida postmortem de los incisivos.

#### *Análisis tafonómico*

Después de la decapitación del individuo la mandíbula habría sido desarticulada del cráneo, sin embargo, la ausencia de los cóndilos no permite corroborar la técnica que utilizaron los sacerdotes. Fue descarnada meticulosamente, tal y como lo muestran las huellas de corte asociadas

<sup>7</sup> Presenta restos de una concreción de color gris que podría corresponder a pigmento azul degradado. Éste ha sido registrado en los cráneos de la Ofrenda 141 y su presencia se ha interpretado como un rito de terminación que consistió en verter este color sobre los individuos (Robles *et al.* 2019).

a los principales sitios de inserción muscular. Posteriormente, fue decorada mediante dos motivos incisos, uno en la parte exterior y otro en la interna; de éstos hablaremos más adelante. Finalmente fue decorada con pigmentos rojo y negro.

La mandíbula presenta dos fracturas que sucedieron después de que fue decorada y, posiblemente, utilizada. Éstas datan de poco tiempo después de la muerte del individuo, pues son consistentes con alteraciones perimortem. En efecto, el patrón de fractura y la coloración de los bordes sugieren que el hueso aún contenía una cantidad importante de colágeno y humedad. Estudios experimentales han demostrado que el tejido óseo puede retener estas características de “hueso fresco”, incluso algunos meses después de la muerte del individuo; esto, en función del sitio donde se exhiba o guarde o, bien, de su lugar de enterramiento (Weiberg y Wescott 2008).

La primera fractura ocasionó el faltante del cóndilo derecho y parte de la rama de este lado; en cambio, la segunda va del incisivo central derecho hacia abajo, en diagonal, por lo que la parte izquierda de la mandíbula está ausente. Desconocemos si este objeto fue portado como pectoral, pues generalmente los orificios de suspensión se horadaban en los cóndilos, ausentes en este caso. A pesar de esto, pensamos que es posible que fuera portada o exhibida en algún espacio debido a que presenta pérdida postmortem de los incisivos, además de fracturas longitudinales de los órganos dentales, comúnmente asociadas al intemperismo (Botella *et al* 2000). Éstas se han documentado en los cráneos procedentes del *tzompantli* y en las máscaras-cráneo reutilizadas en las ofrendas, pero no en las cabezas cercenadas; estas últimas no eran exhibidas, sino que se enterraban inmediatamente después del sacrificio en las ceremonias de consagración del Templo Mayor (Chávez Balderas *op. cit.*).

La mandíbula pudo fracturarse durante la época prehispánica o, incluso, poco después de la llegada de los españoles, ya que fue recuperada en un área donde se arrojaron fragmentos de esculturas destruidas intencionalmente y que estaban mezcladas con tiestos coloniales. Esta última posibilidad implicaría que el individuo fue sacrificado durante el gobierno de Motecuhzoma II, poco antes de la llegada de los conquistadores. Sin embargo, carecemos de datos contextuales que nos permitan precisar a qué etapa pertenece esta bella mandíbula grabada.

### *Análisis tecnológico*

Ahora bien, aunque se ha encontrado una enorme cantidad de huesos trabajados en Mesoamérica, en realidad poco se sabe sobre los procesos de manufactura de tales objetos. Esto se debe, en buena parte, a que las fuentes escritas y pictográficas no indican los métodos por los cuales eran modificados los restos óseos.<sup>8</sup> Afortunadamente, existen diversos investigadores que han mostrado interés en el análisis de la industria ósea lo que ha conllevado a ahondar en este tema.

Sin duda alguna, un trabajo precursor y parteaguas dentro del estudio del hueso se debe al arqueólogo Sergei Semenov (1981), especialista ruso que propuso desde 1957 una metodología para identificar las huellas de uso y manufactura en objetos de piedra y hueso por medio de la microscopía óptica, la etnoarqueología y la arqueología experimental.<sup>9</sup>

En fechas más recientes, la introducción de la arqueometría y el uso del microscopio electrónico de barrido (MEB) han permitido generar grandes avances y precisiones en el estudio de materiales osteológicos, tanto para cuestiones tafonómicas como tecnológicas. Con respecto a los análisis tafonómicos, una de las especialistas que más ha destacado en este campo es Pat Shipman (1981), quien desde los años ochenta ha observado, mediante micrografías, las características que tiene el hueso al presentar: alteraciones térmicas, marcas de corte y raspado, intemperismo, abrasión por sedimentos y corrosión por ácidos estomacales. En México, Trujillo-Mederos y colegas (*et al.* 2015) han usado –entre otras técnicas arqueométricas– el MEB para observar el tamaño de los poros y la textura del hueso ocasionada por el hervido. Por su parte, Chávez

<sup>8</sup> Una excepción la podemos encontrar en la *Relación de las cosas de Yucatán* de fray Diego de Landa; en ella se menciona el corte de un cráneo, al parecer, para elaborar una máscara-cráneo. Según se puede leer: “A los antiguos señores *Cocom*, habían cortado las cabezas cuando murieron, y cocidas las limpiaron de la carne y después aserraron la mitad de la coronilla para atrás, dejando lo de adelante con las quijadas y dientes” (Landa 1986: 59).

<sup>9</sup> En México, Pijoan y Pastrana (1989) plantearon una primera metodología macroscópica para identificar instrumentos líticos empleados en colecciones osteológicas de Mesoamérica, la cual consistía en la observación del ángulo, dimensión y profundidad de las incisiones.



Balderas y colaboradores han aplicado este recurso para identificar fracturas y estructuras en restos óseos cremados (Chávez Balderas *et al.* 2003).

En cuanto a tecnología, diversos son los investigadores que han realizado aportaciones muy interesantes sobre huellas de uso y manufactura con el apoyo del MEB. Abigail Meza (2007), por ejemplo, utiliza el microscopio para observar algunas marcas de uso sobre huesos frontales humanos procedentes de Teotihuacan, lo cual le permite llegar a la conclusión de que dichos objetos fueron utilizados como instrumentos de trabajo en el barrio de La Ventilla. Otro estudio de caso, con materiales óseos de esta misma zona arqueológica, fue realizado por Gilberto Pérez Roldán (2013), quien por medio de esta técnica microscópica ha podido distinguir huellas y procesos de manufactura. Asimismo, Campos Martínez *et al.* (2016) han llevado a cabo estudios similares en objetos de industria ósea recuperados en la zona de Mixquic.<sup>10</sup>

Para el estudio de la mandíbula, nosotros aplicamos la metodología planteada por Velázquez Castro (2007), cuyo análisis arqueométrico ha permitido caracterizar huellas de manufactura por medio de la medición traceológica. De manera general, podemos decir que este tipo de estudio implica la comparación sistemática entre huellas experimentales y arqueológicas con el objetivo de distinguir –con potentes ampliificaciones de la microscopía– los utensilios empleados en la modificación de un objeto. Cabe mencionar que dicha técnica ha sido aplicada, con óptimos resultados, en materiales arqueológicos de concha, piedra y hueso.<sup>11</sup>

Para llevar a cabo nuestros experimentos y tener un punto comparativo sobre las modificaciones en restos óseos, partimos de los postulados teóricos de Robert Ascher (1961) y Lewis Binford (1981), académicos que aplican la experimentación con el propósito de hacer analogías con actividades del pasado. De igual forma, trabajamos bajo los principios uniformistas, los cuales implican que: “...la utilización de materiales y herramientas determinados, de formas específicas, dan por resultado rasgos característicos y diferenciables” (Velázquez Castro *op. cit.*: 52).

<sup>10</sup> En cuestiones forenses, algunos especialistas han efectuado diversos experimentos en huesos con herramientas metálicas y análisis con microscopía para identificar instrumentos empleados en la mutilación y desmembramiento (Crowder *et al.* 2013; Love *et al.* 2012; Symes *et al.* 2010).

<sup>11</sup> Véase Velázquez Castro (2007), Melgar (2017) y Pérez Roldán (2013).

Tomando en consideración lo anterior, se realizaron algunos cortes e incisiones sobre hueso de cerdo (*Sus scrofa domestica*) con algunas de las herramientas que pudieron haber sido utilizadas en la época prehispánica. Cabe aclarar que estos utensilios fueron elegidos con base en las propuestas de algunos investigadores o, bien, por ser elementos hallados frecuentemente en los contextos arqueológicos. Así entonces, efectuamos experimentos principalmente con carrizo, arena, obsidiana y pedernal para replicar incisiones y desgastes circulares, además de arena y piel para generar un pulido y bruñido del hueso. Cada experimento fue documentado en cédulas de registro en las cuales se vaciaban datos como fecha, número y nombre del experimento, objetivos, materiales empleados, dirección de los movimientos, tiempos, medidas iniciales y finales, así como, observaciones generales.

Apegándonos a la metodología de Velázquez Castro (*op. cit.*), se inició el análisis de la mandíbula desde un nivel macroscópico hasta uno microscópico. En lo que respecta al primero, se realizó un examen de las modificaciones culturales con lupas de 10 y 20X, utilizando en todo momento luz fría rasante. Algunas modificaciones que registramos fueron: huellas de descarnado, un conjunto de incisiones para elementos decorativos (lineales y curvas), desgastes circulares (presentes en el cuerpo y fauces de la *xihuahóatl*), un “acanalado” (para representar la pintura facial de Mixcóatl), así como un abrillantamiento ocasionado por bruñido.

En este nivel se descartaron algunas herramientas, principalmente la utilización de carrizo y arena para generar las decoraciones circulares, pues detectamos que las modificaciones se habían realizado con herramientas punzocortantes. Sin embargo, en otros casos, las huellas a simple vista no permitieron distinguir nítidamente la utilización de ciertos materiales, debido a que los rasgos producidos por obsidiana y pedernal son muy similares.

Para afrontar el problema anterior y poder caracterizar nítidamente las huellas de manufactura, dimos paso al análisis microscópico por medio del MEB, un equipo que permite obtener imágenes en mayores aumentos. Para ello, se tomaron distintas muestras de las huellas de trabajo, tanto de la mandíbula como de los experimentos realizados, mediante el uso de una cinta de polímero de la marca Buehler especializada, en replicar superficies microestructurales, la cual, después de haber sido reblandecida

con una gota capilar de acetona, es colocada sobre la superficie del objeto de estudio a fin de obtener un negativo.

Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Microscopía del INAH, en donde los polímeros fueron recubiertos con iones de oro por medio de una técnica llamada *sputtering*, cuyo objetivo es volverlos excelentes conductores de electrones para su visualización en el MEB, obteniendo con ello imágenes en alta resolución de los rasgos superficiales.

Efectuado lo anterior, las muestras fueron introducidas en la cámara de muestreo de un microscopio electrónico de barrido modelo Jeol JSM-6460LV. De manera general, las micrografías fueron obtenidas a distintos niveles de amplificación (100, 300, 600 y 1 000X), empleando siempre los siguientes parámetros: una señal de electrones secundarios (SEI), un voltaje de 20 kV, el modo de alto vacío (HV) y una distancia de trabajo de 10 mm.

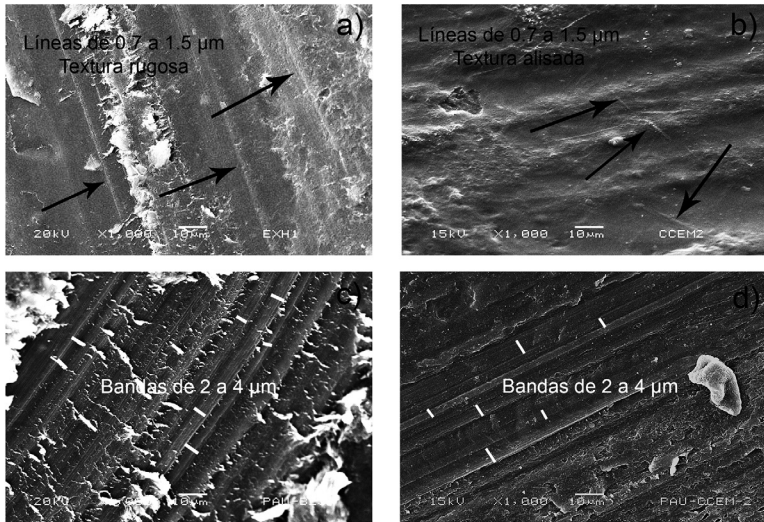
Gracias a las potentes amplificaciones que alcanza el MEB logramos identificar y catalogar distintas herramientas empleadas en la elaboración de objetos de hueso. Por ejemplo, detectamos que las huellas producidas por obsidiana se caracterizan como líneas finas de 0.7 a 1.5  $\mu\text{m}$  de ancho, dejando una textura rugosa. En el caso del pedernal, los trazos se perciben como bandas paralelas de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de espesor que tienden a encimarse entre ellas. Por otra parte, el uso de carrizo con abrasivos generó una textura rugosa con líneas finas que variaban de 1 a 3  $\mu\text{m}$ . Finalmente, apreciamos que el uso de piel para el bruñido deja como resultado líneas difusas y superficies alisadas (figura 2).

### *Análisis iconográfico*

La excepcional iconografía de la mandíbula conservada en el Calmécac del recinto sagrado de Tenochtitlan consiste en la cabeza de un personaje y en dos serpientes de fuego, los cuales describimos a continuación.<sup>12</sup>

La cara interna fue decorada con el rostro de un personaje (figura 3a): tiene el cabello enhiesto al estilo de los guerreros con un plumón encima del cual cuelgan dos plumas, tal vez de águila (*Aquila chrysaetos*), conjunto que los nahuas llamaban *cuauh-pilolli* (Beyer 1965: 316). Lleva

<sup>12</sup> La descripción de este objeto y su comparación con otras mandíbulas recuperadas en el recinto sagrado puede consultarse en Olivier *et al.* 2019.



*Figura 2.* Micrografías obtenidas a 1 000X en el MEB: a) incisión experimental con obsidiana; b) incisión arqueológica, presenta líneas finas y difusas; c) perforación experimental con pedernal; d) decoración circular de la mandíbula, presenta bandas de 2  $\mu\text{m}$  (micrografías de Mario Monroy y Víctor Cortés).

un antifaz negro que cubre también la nariz y tiene la boca entreabierta de la cual asoman en la parte superior dos dientes. Ostenta una pata de venado como orejera y dos plumas salen a la altura de la nuca.

Este conjunto de atavíos permite identificar al personaje con Mixcóatl, dios de la cacería y de los ancestros, o con uno de los Mimixcoa, las “Serpientes de Nube”, víctimas sacrificiales por excelencia, que se representan de la misma manera que Mixcóatl (Olivier 2015: 398-411) (figura 3b). Un ojo estelar rematado por dos hileras de plumas cortas y por otro elemento semicircular (¿piedra de jade?) se encuentra frente a nuestro personaje, a la altura de su cabello. Cabe señalar que el cabello y el tocado del dios presentan pigmento rojo, en tanto que la pintura facial fue simulada mediante incisiones, las cuales conservan restos de la concreción de color gris mencionada anteriormente.

Dos motivos más fueron grabados sobre la mandíbula del Calmécac: se trata de un par de representaciones de “serpiente de fuego”.

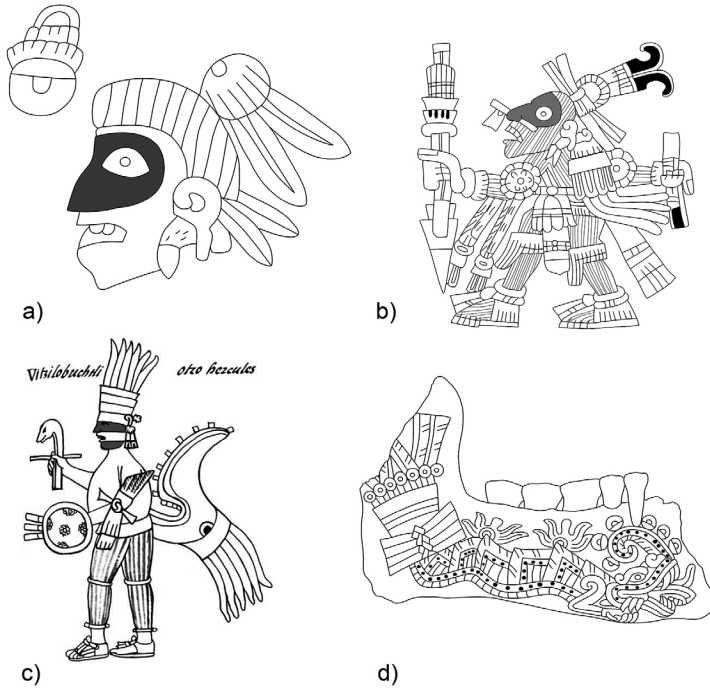


Figura 3. a) Cabeza de Mixcóatl o de un Mimixcoa. Detalle de la mandíbula humana grabada conservada en el CCEM, Ciudad de México; b) Representación de Mixcóatl en el *Códice Vaticanus 3773* (1902-1903: 70); c) Huitzilopochtli porta una serpiente de fuego (*xiuhcóatl*) en la espalda (*Códice Florentino* 1979: vol. I, Libro I, p. 10); d) *Xiuhcóatl* grabada en el lado derecho de la mandíbula humana conservada en el Centro Cultural de España en México (dibujos de Elbis Domínguez).

A reserva de regresar sobre los diversos significados de la *xiuhcóatl*, podemos adelantar que era el *nahualli*, el doble de Xiuhtecuhtli, el dios del fuego (Sahagún 1950-1982: I, 30). También estaba asociada con Huitzilopochtli quien usó la temible *xiuhcóatl* como arma para derrocar a Coyolxauhqui (Sahagún 1950-1982: III, 4) (figura 3c). Este ser mítico se confeccionaba en papel para reactualizar el mito durante la veintena de *panquetzaliztli* en el Templo Mayor (Sahagún 1950-1982: II, 147). Recordemos que era también durante esta veintena que se realizaba la fiesta del Fuego Nuevo (*Códice Borbónico* 1991: 34; *Códice Telleriano-Remensis* 1995: fol. 41v).

Volviendo al grabado de nuestra mandíbula, ambas serpientes de fuego se encuentran frente a frente a la altura del mentón, pero la del lado izquierdo está incompleta debido a una fractura. En la primera representación, la más completa, la quijada superior está encorvada hacia arriba y provista de seis ojos estelares –la mitad de uno de ellos está tallado sobre la raíz del canino–, lo que constituye una de las características de este ser mítico (Seler 1963 [1904]: I, 37) (figura 3d y 4a). Tres largos dientes curvos aparecen en la parte delantera de la quijada superior y otros tres en la parte trasera de la mandíbula, tal como en las *xiuhcóatl* que rodean la Piedra del Sol (Matos y Solís 2004). De sus fauces sale una lengua en forma de cuchillo de pedernal –con lo que parece ser una boca con dientes– de cuya parte superior emerge una llama de fuego. Este elemento nos llama la atención; en efecto, la gran mayoría de las serpientes de fuego ostentan una lengua bífida. La presencia de cuchillos de pedernal se da en ocasiones en la cola o sobre el hocico de las *xiuhcóatl* –sobre todo en los códices mixtecos (*Códice Zouche-Nuttall* 1992: 64, 69, 79)– e incluso como tocado en el manuscrito llamado *Fonds Mexicain n. 20* (Jansen 1998) (figura 4b). Regresando a las llamas de fuego, las encontramos también, pero como parte de un diseño de mariposa en la parte superior del cuerpo de la serpiente de fuego, un elemento presente, por ejemplo, en la *xiuhcóatl* plasmada en la caja del “General Riva Palacio” (Seler 1990-1998 [1902-1923]: III, 88; Gutiérrez Solana 1978) (figura 4c). En efecto, dos motivos de mariposa rematan los seis segmentos trapezoidales que conforman el cuerpo de la *xiuhcóatl*, segmentos que constituyen otro rasgo característico de esta serpiente mitológica (Gutiérrez Solana *op. cit.*). También se representó la pata delantera de la *xiuhcóatl* con garras, un elemento presente en la gran mayoría de las figuras de serpiente de fuego, aunque en ocasiones se representaron también las patas traseras, por ejemplo, en los códices mixtecos (*Códice Zouche-Nuttall* 1992: 64, 69, 79; Hermann Lejarazu 2009) (figura 4b).

Nos falta describir la cola erguida de la *xiuhcóatl* que tiene en su base un atavío de papel plegado, estrechamente vinculado con el fuego (Olivier 2007: 290-292). Más arriba encontramos un tipo de recipiente en forma de trapecio encima del cual aparecen pequeños tallos rematados por círculos; termina la cola de la *xiuhcóatl* con un triángulo con dos banderas de papel que salen a los lados. El conjunto del trapecio con el triángulo –que representa un rayo solar– conforma el glifo del año (*xihuitl*), palabra que forma parte del nombre de la *xiuhcóatl* (Seler 1990-

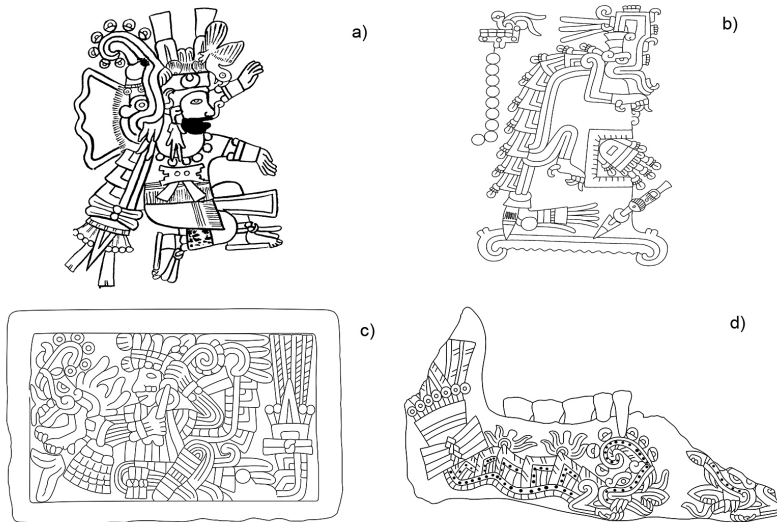


Figura 4. a) Xiuhtecuhtli porta una *xihucóatl* en la espalda (*Códice Borbónico* 1991: 20) (dibujo de Rodolfo Ávila); b) Representación de *yahui*, “serpiente de fuego” entre los mixtecos (*Códice Zouche-Nuttall* 1992: 79); c) Representación de *xihucóatl* en la caja del “General Riva Palacio” (Seler 1990-1998: III, 88); d) *Xihucóatl* grabada en la mandíbula humana del recinto sagrado de Tenochtitlan. (b, c, d, Dibujos de Elbis Domínguez).

1998 [1902-1923]: III, 89). Un mismo simbolismo se podría atribuir a los pequeños tallos rematados por círculos, en vista del doble significado de la palabra *xihuitl*: “año” y “hierba” (Molina 1970 [1571]: fol. 159v; Seler 1990-1998 [1902-1923]: III, 89). De manera más precisa, Karl Taube (2000: 278-280) propuso que se trataba de una representación de *yauhtli* (*Tagetes lucida* Cav.), utilizada como incienso.<sup>13</sup> Cabe añadir que el tipo de cola muy elaborada que lleva esta *xihucóatl* se asemeja de manera notable a las que fueron representadas cargadas por Xiuhtecuhtli en el *Códice Borbónico* (1991: 9, 20), aunque con pequeñas variantes (véase figura 4a).

<sup>13</sup> Se trata de una hierba silvestre con flores amarillas de uso ritual y medicinal, conocida como pericón. Se creía que tenía ciertas cualidades anestésicas, pues se aplicaba en forma de polvo a las víctimas sacrificiales para que perdiesen el sentido (Sierra 2015: 415, 418). Aparentemente sus poderes psicoactivos son producidos al quemarla (Garza 2001: 98).

La *xiuhcóatl* grabada en el lado izquierdo está incompleta, nada más se conserva la parte inferior de la cabeza y una pata con garras (figura 4d). Aun así, se puede advertir que ambas *xiuhcóatl* no son simétricas. La que se encuentra incompleta porta un cuchillo de pedernal con boca y dientes, que sale de su nariz. Además de su lengua en forma de cuchillo de pedernal sale –a la altura de la boca de dicho cuchillo– una llama en forma de voluta; en la otra *xiuhcóatl* este elemento aparece en la parte superior de la lengua.

Sin lugar a dudas, las dos representaciones de *xiuhcóatl* plasmadas sobre la mandíbula del Centro Cultural de España en México constituyen una muestra excepcional de la calidad del arte mexicana del grabado sobre hueso.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para labrar esta bella mandíbula con dos serpientes de fuego y el rostro del dios de la cacería o de un Mimixcoa, se eligieron los restos de un adulto masculino, posiblemente entre los 30 y 40 años de edad. Sería aventurado concluir que se trata de un guerrero cautivo, debido a que no contamos con estudios de isotopía, ya que, por las características de este fragmento, no es aconsejable muestrear. Sin embargo, estudios recientes de las firmas isotópicas de estroncio y oxígeno realizados en 37 individuos recuperados en las ofrendas de Templo Mayor muestran que, sorpresivamente, más de la mitad de los individuos estudiados eran residentes de largo plazo o nacidos en la Cuenca de México. Este perfil no es compatible con un guerrero enemigo traído inmediatamente después de un conflicto bélico para el sacrificio. (Barrera 2014; Moreiras Reynaga 2019). A pesar de que no podemos asegurar la forma en que se obtuvo este individuo, el tratamiento póstumo que recibió permite proponer que se trata de una víctima sacrificial. En efecto, para labrar la mandíbula fue necesario decapitarlo, desarticular su quijada, descarnarla y limpiarla.

Según pudimos cotejar, los materiales utilizados en la elaboración de la mandíbula grabada fueron los siguientes: en el caso de las huellas de corte ocasionadas por descarnar, éstas fueron producidas con obsidiana, dado que las micrografías presentaban los rasgos característicos de este material. Respecto a la decoración iconográfica, observamos que las incisiones fueron producidas por medio de movimientos de vaivén



alternos, empleando también lascas o navajillas de este vidrio volcánico. Referente a las decoraciones circulares, en las micrografías se aprecian bandas paralelas de 2 a 4  $\mu\text{m}$ , correspondientes al uso de perforadores de pedernal. Finalmente, cabe subrayar que en gran parte de las superficies se detectaron líneas difusas y superficies aplanadas que nos indican el uso de piel para concluir la pieza con un bruñido.<sup>14</sup>

En cuanto a la iconografía de la mandíbula, surge la pregunta sobre los posibles nexos entre Mixcóatl y la *xiuhcóatl* que fueron representados en el objeto de nuestro estudio. El ejemplo más explícito del lazo entre el dios y esta serpiente se encuentra en una caja de piedra (*tepetlacalli*) resguardada en el Museo del Quai Branly. En ella está representado Mixcóatl cargando en la espalda una serpiente de fuego (*xiuhcóatl*) (López Luján y Fauvet-Berthelot, 2005: 167-168) (figura 5a). No sorprende esta asociación en vista del mito del origen del Fuego Nuevo, en el cual se narra que Tezcatlipoca tomó el nombre de Camaxtli, uno de los nombres de Mixcóatl, para prender el primer Fuego Nuevo (García Icazbalceta, 1941: 214-215). Es más, encontramos a Mixcóatl con un pectoral de turquesa en forma de mariposa –atavío determinante de Xiuhtecuhtli– en las ilustraciones de la fiesta de *quecholli* (*Códice Telleriano-Remensis* 1995: fol. 4v; *Códice Vaticano-Latino 3738*, 1996: 49r) (figura 5b).

Además de la asociación de la *xiuhcóatl* con el dios Mixcóatl y con el fuego, es necesario señalar que la serpiente de fuego aparece como una poderosa arma, como vimos en el caso del mito del nacimiento de Huitzilopochtli. De hecho, los propulsores podían tener la forma de serpiente como lo podemos ver en muchas representaciones del *átlatl* de Huitzilopochtli (*Códice Florentino* 1979: vol. 1, Libro I, p. 10; Sahagún 1993: fols. 252v, 261r; *Códice Borbónico* 1991: 34) (figura 3c).<sup>15</sup> Si bien la *xiuhcóatl* se identificaba con el rayo (Sahagún 1989: 231-232), sabemos que durante la fiesta principal de Mixcóatl, en la veintena de *quecholli*, se decía que “caía el rayo de Mixcóatl sobre la gente” (*temixcovátlatlavitecoya*)

<sup>14</sup> Rasgos tecnológicos como el uso de la obsidiana en incisiones y pedernal en perforaciones, también han sido detectados en la elaboración de máscaras-cráneo del Templo Mayor de Tenochtitlan (Ragsdale *et al.* 2016: 363).

<sup>15</sup> Se menciona también un *xiuhátlatl* (propulsor de turquesa) entre los atavíos de Quetzalcóatl (Sahagún 1950-1982: XII, 11) y los de Tezcatlipoca (*Códice Vaticano-Latino 3738*, 1996: fol. 44v).

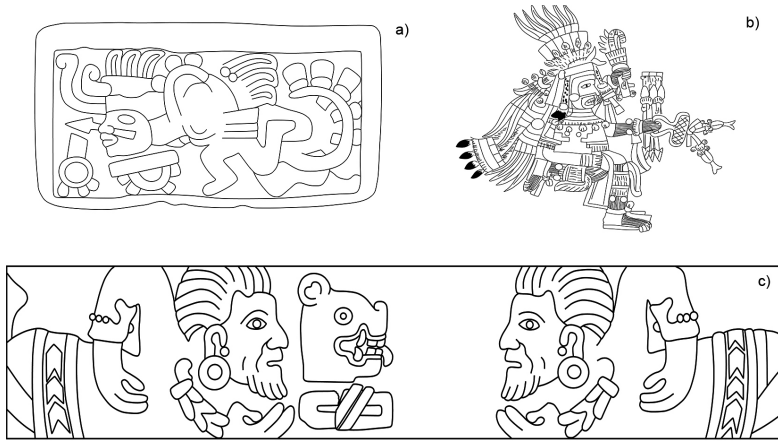


Figura 5. a) Mixcóatl carga en la espalda una *xiuhcóatl* (Museo del Quai Branly, París) (López Luján y Fauvet-Berthelot 2005: 167-168); b) Mixcóatl aparece con un pectoral de turquesa en forma de mariposa (*Códice Telleriano-Remensis* 1995: fol. 4v); c) Un personaje aparece con una mandíbula sobre el brazo (Lambityeco, Oaxaca) (Lind y Urcid 2010: 161) (dibujos de Elbis Domínguez).

(Sahagún, 1997: 64), es decir, que los cautivos eran sacrificados por el “rayo del dios”.

Finalmente, recordemos que el estudio del perfil biológico y la iconografía de la mandíbula, sugieren que se trata de una víctima sacrificial y no podemos descartar que se trate incluso de un cautivo de guerra sacrificado en la época de Motecuhzoma II. También es posible que la mandíbula haya sido utilizada como trofeo, tal vez durante ciertos rituales o danzas asociados con la guerra. Si bien los datos sobre el uso de mandíbulas son escasos en las fuentes, sabemos que los antiguos mayas yucatecos “...después de la victoria quitaban a los muertos la quijada y limpia de la carne, poníansela en el brazo” (Landa *op. cit.*: 52) (figura 5c).

## REFERENCIAS

ASCHER, R.

1961 Experimental Archaeology, *American Anthropologist*, Vol. 63(4): 793-816.

BARRERA, A.

- 2014 *Isotopía de estroncio aplicado al material óseo humano localizado en ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan*, tesis de licenciatura en arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

BARRERA RODRÍGUEZ, R. Y G. LÓPEZ ARENAS

- 2008 Hallazgos del recinto ceremonial de Tenochtitlan, *Arqueología Mexicana*, Vol. XVI(93): 18-25.

BEYER, H.

- 1965 Obras completas I. Mito y simbología del México antiguo, Carmen Cook de Leonard (ed.), *El México Antiguo*, Vol. 10, Sociedad Alemana Mexicanista, México.

BINFORD, L.

- 1981 *Bones: Ancient Men and Modern Myths*, Academic Press, Nueva York.

BOTELLA, M., I. ALEMÁN Y S. JIMENEZ

- 2000 *Los huesos humanos. Manipulaciones y alteraciones*, Bellaterra, Barcelona.

CAMPOS MARTÍNEZ, M., R. SILVA REYNA Y G. PÉREZ ROLDÁN

- 2016 La industria ósea de Mixquic vista a través del microscopio electrónico de barrido, *Estudios de Antropología Biológica*, XVIII-1: 79-92.

CASO, A.

- 1969 *El tesoro de Monte Albán*, Memorias del INAH, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

CHASE A. Y D. CHASE

- 2002 *Continued Investigation of Caracol's Social Organization: Report of the Spring 2002 Field Season at Caracol, Belize*, Departamento de Arqueología de Belice, Belice.

CHÁVEZ BALDERAS, X.

- 2017 *Sacrificio humano y tratamientos postsacrificiales en el Templo Mayor de Tenochtitlan*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Secretaría de Cultura, México.

CHÁVEZ BALDERAS, X., J. GUEVARA, M. WEST, D. REMBAO Y S. ZAVALA

- 2003 Análisis por microscopía electrónica de barrido de bajo vacío de los patrones de fractura en hueso humano cremado, *Estudios de Antropología Biológica*, XI: 1009-1028.

CHIMENOS, K. E.

- 2003 Perspectiva odontoestomatológica, Malgosa Morera Assumpció y Albert Llorens Isidro (eds.), *Paleopatología. La enfermedad no escrita*, Masson, Madrid: 151-162.

CÓDICE BORBÓNICO

- 1991 *El libro del Ciuacoatl. Homenaje para el año del Fuego Nuevo. Libro explicativo del llamado Códice Borbónico*, Ferdinand Anders, Maarten Jansen y Luis Reyes García (eds.), Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Fondo de Cultura Económica, Graz, México.

CÓDICE FLORENTINO

- 1979 *El manuscrito 218-220 de la colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenziana*, ed. facs., 3 vols., Giunti Barbéra y Archivo General de la Nación, Florencia, México.

CÓDICE TELLERIANO-REMENSIS

- 1995 *Ritual, Divination, and History in a Pictorial Aztec Manuscript*, Eloise Quiñones Queber (ed.), University of Texas Press, Austin.

CÓDICE VATICANO-LATINO 3738

- 1996 *Religión, costumbres e historia de los antiguos mexicanos. Libro explicativo del llamado Códice Vaticano A*, Ferdinand Anders y Maarten Jansen (eds.), Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Fondo de Cultura Económica, Graz, México.

CÓDICE VATICANUS 3773

1902-1903 E. Seler (ed.), Edinburgh University Press, Berlín y Londres.

CÓDICE ZOUCHE-NUTTALL

- 1992 *Crónica mixteca. El rey 8 Venado, Garra de Jaguar y la dinastía de Teozacualco-Zaachila. Libro explicativo del llamado Códice Zouche-Nuttall*, Ferdinand

Anders, Maarten Jansen y Gabina Aurora Pérez Jiménez (eds.), Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Fondo de Cultura Económica, Graz, México.

COE, W. R.

1990 *Excavations in the Great Plaza, North Terrace, and North Acropolis of Tikal (Group 5D 2). Tikal Report 14*, The University Museum, University of Pennsylvania, Filadelfia.

CORTÉS MELÉNDEZ, V.

2019 Evidencias de desollamiento humano en Tenochtitlan, *Arqueología Mexicana*, Vol.. XXVI(156): 24-32.

CROWDER, C., C. W. RAINWATER Y J. S. FRIDIE

2013 Microscopic Analysis of Sharp Force Trauma in Bone and Cartilage: A Validation Study, *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 58(5): 1119-1126.

DUNCAN, W., C. ELSON, C. SPENCER, Y E. REDMOND

2009 A Human Maxilla Trophy from Cerro Tilcajete, Oaxaca, Mexico, *Mexicon* 31(5): 108-113.

FRANCO, J. L.

1968 *Objetos de hueso de época precolombina*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

FURST, J.

1982 Skeletonization in Mixtec Art: A Re-Evaluation, E. H. Boone (ed.), *The Art and Iconography of Late Post-Classic Central Mexico*, Washington: 207-225.

GARCÍA ICAZBALCETA, J. (ED.)

1941 Historia de los mexicanos por sus pinturas, *Nueva colección de documentos para la historia de México*, Salvador Chávez Hayhoe, México: 209-240.

GARZA, M. DE LA

2001 Uso ritual de las plantas psicoactivas entre los nahuas y los mayas, Yolotl González Torres (coord.), *Animales y plantas en la cosmovisión*

*mesoamericana*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Plaza y Valdés, México: 89-104.

GUTIÉRREZ SOLANA, N.

1978 Xiuhcóatl tallada en piedra del Museum of Mankind, Londres, *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, Vol. 12(48): 5-17.

HARRISON-BUCK, E., P. A. MCANANY Y R. STOREY

2008 Empowered and Disempowered During the Late to Terminal Classic Transition: Maya Burial and Termination Rituals in the Sibun Valley, Belize, V. Tiesler y A. Cucina (eds.), *New perspectives on human sacrifice and ritual body treatments in ancient Maya society*, Springer, Nueva York: 74-101.

HERMANN LEJARAZU, M. A.

2009 La serpiente de fuego o *yahui* en la Mixteca prehispánica: iconografía y significado, *Anales del Museo de América*, Vol. 17: 64-77.

JANSEN, M.

1998 La fuerza de los Cuatro Vientos. Los manuscritos 20 y 21 del *fonds mexicain*, *Journal de la Société des Américanistes*, Vol. 84(2): 125-162.

JARUS, O.

2016 [en línea] *Painted Human Jawbones Used as Ancient Jewelry*, <<http://www.livescience.com/54783-painted-human-jawbones-used-as-ancient-jewelry.html>> [fecha de consulta: 26/05/2016].

KIDDER, A., J. JENNINGS Y E. SCHOOK

1946 *Excavations at Kaminaljuyu, Guatemala*, Carnegie Institution of Washington, Publication 561, Washington, D. C.

LANDA, D. DE

1986 *Relación de las cosas de Yucatán*, Ángel M. y Garibay K. (eds.), Porrúa, México.

LEIGH AUSEL, E. Y R. K. FAULSEIT

2020 Restos humanos culturalmente modificados de Dainzú, Oaxaca, *Anales de Antropología* 54(1): 23-34.

LIND, M. Y J. URCID

- 2010 *The Lords of Lambityeco. Political Evolution in the Valley of Oaxaca During the Xoo Phase*, University of Colorado Press, Boulder, Colorado.

LÓPEZ AUSTIN, A. Y L. LÓPEZ LUJÁN

- 2008 *Aztec Human Sacrifice*, E. M. Brumfiel y G. M. Feinman (coords.), *The Aztec world*, Abrams, Nueva York: 137-152.

LÓPEZ LUJÁN, L.

- 2006 *La casa de las águilas. Un ejemplo de la arquitectura religiosa de Tenochtitlan*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Fondo de Cultura Económica, Harvard University, México.

LÓPEZ LUJÁN, L. Y M. F. FAUVET-BERTHELOT

- 2005 *Azièques. La collection de sculptures du Musée du Quai Branly*, Quai Branly, París.

LOVE, J., S. DERRICK, J. WIERSEMA Y C. PETERS

- 2012 Validation of Tool Mark Analysis of Cut Costal Cartilage, *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 57(2): 306-311.

LOVEJOY, C. O.

- 1985 Dental Wear in the Libben Population: Its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age at Death, *American Journal of Physical Anthropology*, 68: 47-56.

MATOS MOCTEZUMA, E. Y F. SOLÍS

- 2004 *El calendario azteca y otros monumentos solares*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MELGAR TÍSOC, E.

- 2017 La lapidaria del Templo Mayor: procedencia, manufactura y estilo, *Templo Mayor. Revolución y estabilidad*, México: 107-117.

MEZA, A.

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

MOLINA, A. DE

- 1970 [1571] *Vocabulario en lengua castellana y mexicana y mexicana y castellana*, Miguel León-Portilla (ed.), Porrúa, México.

MOREIRAS REYNAGA D.

- 2019 *The Life Histories of Aztec Sacrifices: A Stable Isotope Study (C, N, and O) of Offerings from Tlatelolco and the Templo Mayor of Tenochtitlan*, tesis de doctorado en antropología, Western University, London, Ontario.

NOWOTNY, K. A.

- 1961 Americana II, *Archiv für Völkerkunde*, Vol. 16: 105-143.

OLIVIER, G.

- 2007 Sacred Bundles, Arrows and New Fire: Foundation and Power in the Mapa de Cuauhtinchan n° 2, David Carrasco y Scott Sessions (coords.), *Cave, City, and Eagle's Nest: An Interpretive Journey Through the Mapa de Cuauhtinchan No. 2*, University of New Mexico Press, Albuquerque: 281-313.
- 2015 *Cacería, sacrificio y poder en Mesoamérica. Tras las huellas de Mixcóatl, "Serpiente de Nube"*, Fondo de Cultura Económica, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México.

OLIVIER, G., X. CHÁVEZ BALDERAS Y D. SANTOS-FITA

- 2019 A la búsqueda del significado del uso ritual de mandíbulas humanas y animales en Mesoamérica: un estudio interdisciplinario, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

PÉREZ ROLDÁN, G.

- 2013 *La producción artesanal vista a través de los objetos de hueso en Teotihuacan (100 dC al 650 dC)*, tesis de doctorado en Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.



PÉREZ ROLDÁN, G., N. VALENTÍN MALDONADO Y A. VELÁZQUEZ

- 2012 Análisis tecnológico de la industria del hueso trabajado en Teopancazco, Teotihuacan, L. Manzanilla (ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 311-323.

PIJOAN AGUADÉ, C.

- 1997 *Evidencias de sacrificio humano y canibalismo en restos óseos. El caso del entierro número 14 de Tlatelolco, D.F.*, tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

PIJOAN AGUADÉ, C. Y X. LIZARRAGA

- 2004 *Perspectiva tafonómica*, Instituto Nacional de Antropología e Historia (Colección científica, 462), México.

PIJOAN AGUADÉ, C. Y J. MANSILLA

- 1997 Evidencia de sacrificio humano, modificación ósea y canibalismo en el México prehispánico, E. Malvido, G. Pereira y V. Tiesler (coords.), *El cuerpo humano y su tratamiento mortuario*, Instituto Nacional de Antropología e Historia/Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México: 193-212.

PIJOAN AGUADÉ, C. Y A. PASTRANA

- 1989 Evidencias de actividades rituales en restos óseos humanos en Tlatelcomila, D. F., M. Carmona (coord.), *El Preclásico o Formativo. Avances y perspectivas*, Seminario de Arqueología "Dr. Román Piña Chan", Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 287-306.

POHL, J. Y J. URCID

- 2006 A Zapotec Carved Bone, *Princeton University Library Chronicle*, Vol. LXVII(2): 225-236.

RAGSDALE, C., H. EDGAR Y E. MELGAR

- 2016 Origins of the Skull Offerings of the Templo Mayor, Tenochtitlán, *Current Anthropology*, Vol. 57(3): 357-369.

RAVESLOOT, J. C.

- 2003 El sacrificio en Casas Grandes, *Arqueología Mexicana*, Vol. XI(63): 36-39.

RIVERA GUZMÁN, A.

- 2014 Hablando sobre los ancestros: una mandíbula humana con grabados de estilo ñuiñe, *Contributions in New World Archaeology*, Vol. 7: 141-158.

ROBLES, E., X. CHÁVEZ BALDERAS Y A. AGUIRRE

- 2019 Imágenes de la muerte en la ofrenda 141: el simbolismo de los cráneos efigie, *Al pie del Templo Mayor de Tenochtitlan. Estudios en honor a Eduardo Matos Moctezuma*, 2 vols., L. López Luján y X. Chávez Balderas (coords.), El Colegio Nacional, Ciudad de México: 207-233.

ROMANO, A. Y R. CID

- 2004 Mandíbulas humanas: ¿indicadores de *status*? Observaciones en materiales del sector oeste de Teotihuacan, *Perspectiva tafonómica. Evidencias de alteraciones en restos óseos del México prehispánico*, Instituto Nacional de Antropología e Historia (Colección científica 462), México: 145-154.

SAHAGÚN, F. B. DE

- 1950 [1982] *Florentine Codex. General History of the things of New Spain*, Fray Bernardino de Sahagún, Charles E. Dibble y Arthur J. O. Anderson (eds. y trads.), The School of American Research and the University of Utah, Santa Fe, Nuevo Mexico.
- 1989 *Conquest of New Spain. 1585 Revision*, Howard F. Cline y S.L. Cline (eds. y trads.), University of Utah Press, Salt Lake City.
- 1993 *Primeros Memoriales*, ed. facsimilar, University of Oklahoma Press, Norman.
- 1997 *Primeros Memoriales*, Thelma Sullivan (ed. y trad.), Completed and Revised, with Additions, by Henry B. Nicholson, Arthur J. O. Anderson, Charles E. Dibble, Eloise Quiñones Keber and Wayne Ruwet, University of Oklahoma Press, Norman.

SELER, E.

- 1963 [1904] *Comentarios al Códice Borgia*, Mariana Frenk (trad.), Fondo de Cultura Económica, México

1990-1998 [1902-1923] *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, Charles P. Bowditch (ed.), Labyrinthos, Culver City, California.

SEMENOV, S.

1981 *Tecnología prehistórica: estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de su uso*, Akal, Madrid.

SERRANO, C. Y S. LÓPEZ

1972 Algunos datos sobre la funeraria entre los tlatelolcas prehispánicos (sumario), *Religión en Mesoamérica, XII Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, México: 385.

SHIPMAN, P.

1981 Applications of Scanning Electron Microscopy to Taphonomic Problems, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 376: 357-385.

SIERRA, D.

2015 Anisado aroma y amarillo color. Los poderes de la flor de pericón, B. Albores Zárate (coord.), *Flor-flora: su uso ritual en Mesoamérica*, Zinacantepec, El Colegio Mexiquense, Gobierno del Estado de México, Estado de México: 413-428.

SUGIYAMA, S.

2010 Sacrificios humanos dedicados a los monumentos principales de Teotihuacan, L. López Luján y G. Olivier (coords.), *El sacrificio humano en la tradición religiosa mesoamericana*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 79-114.

SYMES, S., E. CHAPMAN, C. RAINWATER, L. CABO Y S. MYSTER

2010 [en línea] *Knife and Saw Toolmark Analysis in Bone: A Manual Designed for the Examination of Criminal Mutilation and Dismemberment*, <<http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/232227.pdf>>, [consulta: 2017].

TALAVERA, A.

2008 El aprovechamiento del cuerpo humano en el México prehispánico, *Arqueología Mexicana*, Vol. XVI(91): 72-75.

TAUBE, K.

- 2000 The Turquoise Hearth. Fire, Self-sacrifice, and the Central Mexican Cult of War, D. Carrasco, L. Jones y S. Sessions (coords.), *Mesoamerica's Classic Heritage. From Teotihuacan to the Aztecs*, Boulder, University of Colorado Press, Colorado: 269-340.

TIESLER, V.

- 2007 Funerary or non Funerary? New References in Identifying Ancient Maya Sacrificial and Postsacrificial Behaviors from Human Assemblages, V. Tiesler y A. Cucina (eds.), *New Perspectives on Human Sacrifice and Ritual Body Treatments in Ancient Maya Society*, Springer, Nueva York: 14-44.

TRUJILLO-MEDEROS, A. P. BOSCH, C. PIJOAN Y J. MANSILLA

- 2015 Savoury recipes and the colour of the Tlatelcomila human bones, *Archaeometry* 58(4): 1-17.

VELÁZQUEZ CASTRO, A.

- 2007 *La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Instituto Nacional de Antropología e Historia (Colección científica núm. 519), México.

WELSH, W.

- 1988 A Case for the Practice of Human Sacrifice among the Classic Lowland Maya, N. J. Saunders y O. de Montmoullin (comps.), *Recent Studies in Pre-Columbian Archaeology*, BAR, Oxford: 143-165.

WIEBERG D. Y D. WESCOTT

- 2008 Estimating the Timing of Long Bone Fractures: Correlation Between the Postmortem Interval, Bone Moisture Content, and Blunt Force Trauma Fracture Characteristics, *Journal of Forensic Science*, Vol. 53(5): 1028-1034.

WINTER, M. Y J. URCID

- 1990 Una mandíbula humana grabada de la Sierra Mazateca, Oaxaca, *Notas Mesoamericanas*, Vol. 12: 39-49.

WROBEL, G., C. HELMKE, S. GIBBS, G. MICHELETTI, N. STANCHLY, Y T. POWIS  
2019 Two Trophy Skulls from Pacbitun, Belize, *Latin American Antiquity*  
30(1): 218-223.

# CAMBIO EN LA LONGITUD DE TIBIA Y TALLA ENTRE DOS POBLACIONES MAYAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Saul Chay\*, Vera Tiesler\*\*, Federico Dickinson\*

\* Departamento de Ecología Humana, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Mérida, Yucatán, México

\*\* Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

## RESUMEN

Nuestro objetivo es probar la existencia y, en su caso, el grado de cambios seculares en la longitud de tibia y talla en una población prehispánica y una contemporánea del norte de la península de Yucatán, con un contexto geográfico similar, pero con diferencias cronológicas, sociales y culturales. Las muestras estuvieron constituidas por 55 individuos (24 femeninos) de la colección osteológica del sitio arqueológico de Xcambó y 100 voluntarios (63 mujeres) adultos de Dzemul, Yucatán. En 2015-2016 se midió la longitud de la tibia en ambas muestras y la talla en la contemporánea, con la misma técnica. La talla se estimó mediante fórmulas de regresión, incluyendo las propuestas por Genovés (1967), modificada por Del Ángel y Cisneros (2004) y por Menéndez Garmendia *et al.* (2018). No hubo diferencia significativa entre las longitudes de la tibia de varones, pero sí para mujeres ( $p < 0.01$ ), siendo las contemporáneas las que presentan una mayor longitud del segmento. La comparación entre las tallas reales y estimadas no arrojó diferencias estadísticamente significativas ni entre los masculinos ni entre los femeninos. Nuestros resultados no permiten afirmar una reducción de la talla en las poblaciones muestreadas.

PALABRAS CLAVE: estatura, cambios seculares, tibia, mayas yucatecos

## ABSTRACT

We compare lengths of tibias and stature of a pre-Columbian and an ipsi-local contemporary population from Yucatan, Mexico, to evaluate the possibility and degree of secular shifts according to time, social, and cultural conditions. We measured tibial lengths and calculated maximum statures from 55 individuals (24 females) from the Classic-period archaeological population from Xcambó, Yucatan, using standard regression formulas, including that of Genovés (1967), modified by del Ángel and Cisneros (2004), and Menéndez Garmendia *et al.* (2018). The second cohort consists of percutaneous tibial measurements and life statures of 100 individuals (63 women) from the nearby Maya community of Dzemul, Yucatan. We compared the tibial measurements and the real and estimated statures between the two series. Our results do not demonstrate significant differences between males. Modern females possessed significantly ( $p: <0.01$ ) longer tibial segments than their pre-Columbian counterparts on average. We did not find significant differences in height neither between males nor females. We conclude that, at least with the present results, we cannot ascertain any reduction in stature in the area in the last millennium.

KEYWORDS: stature, secular change, tibias, Yucatecan Maya

## INTRODUCCIÓN

La talla de un individuo es el resultado de complejas interacciones entre factores sociales y biológicos que repercuten en el crecimiento de las personas. Estos factores están determinados por contextos económicos y culturales dentro de los cuales el individuo transcurre su ciclo de vida (Bogin y Loucky 1997; Boix y Rosenbluth 2014; NCD-RisC 2016). La variación de la estatura entre generaciones se ha empleado como un indicador de las condiciones de crecimiento de una población a través del tiempo (Bogin y Keep 1999; McCullough y McCullough 1984; NCD-RisC *op. cit.*). A través de registros históricos se ha podido tener una visión sobre la manera en que la estatura se correlaciona con las condiciones sociales en las que viven las poblaciones y se ha intentado ahondar más en esta propuesta, al tratar de reconstruir la tendencia de la talla incluyendo a poblaciones pasadas de las cuales sólo se conocen vestigios arqueológicos y restos óseos de las personas que los construyeron (Boix y Rosenbluth *op. cit.*). El tratar de estimar la talla de grupos antiguos conlleva toda una

serie de problemas de tipo teórico y metodológico, ya que a menudo se trabaja con tallas estimadas a partir de muestras fragmentadas e incompletas sujetas a problemas de representatividad y validez.

El presente trabajo se planteó como meta la comparación de la longitud de la tibia y tallas reales y estimadas entre dos poblaciones mayas, una contemporánea y una prehispánica, teniendo ambas como contexto geográfico a la península de Yucatán, con el objetivo de conocer los cambios de la talla y de la longitud de la tibia a lo largo del tiempo, y algunas de las posibles implicaciones socioculturales de esos cambios en los grupos muestreados.

#### LA TALLA COMO INDICADOR DE BIENESTAR

El tamaño de un organismo es un aspecto vital en su biología y tiene una fuerte implicación en facetas como su comportamiento, fisiología e incluso posición social (Vizcaíno *et al.* 2016). Es bien sabido que, bajo condiciones de crecimiento adversas, los organismos no crecen adecuadamente lo que, en el caso de los seres humanos, puede verse reflejado en una talla reducida en la edad adulta (Leitch 1951). Es tanta la correlación de la talla con las condiciones de vida y desarrollo de las personas que a menudo se emplea como un indicador de bienestar general en la población. Diversos autores han registrado cambios en los promedios de talla en poblaciones en todo el mundo (Cole 2000, 2003; NCD-RisC *op. cit.*), y los incrementos en los promedios son vistos como mejoras en las condiciones de vida, mientras su disminución entre generaciones es vista como un decremento en la calidad de vida de una población lo que, a su vez, está fuertemente asociado con inestabilidad económica y social, desigualdad e inequidad (Wolanski y Kasprzak 1976; Bogin y Loucky *op. cit.*; Bogin y Keep *op. cit.*; Bogin *et al.* 2002; Boix y Rosenbluth *op. cit.*). Se ha argumentado que esta reducción de la talla se aprecia más en la alteración de la proporcionalidad, porque los individuos adultos que llegan a tener talla baja debido a condiciones adversas tendrán extremidades inferiores más cortas (Bogin y Varela-Silva 2010). La talla baja debida a mala nutrición o excesiva carga de enfermedades no sólo representa una desventaja para el individuo en desempeño y capacidad física e intelectual, sino que también afecta a las generaciones venideras por medio de la herencia epigenética (Simeone y Alberti 2014) y de los efectos intergeneracionales (Alberman *et al.* 1991).



Las poblaciones mayas en el México contemporáneo presentan elevados índices de marginación y pobreza (Bogin y Loucky *op. cit.*; Dickinson Bannack 1997; Gurri *et al.* 2001), así que se caracterizan por presentar una talla muy baja en comparación con otras (Dickinson Bannack 1997). Diversos autores han documentado cómo con cambios ambientales la talla y la proporcionalidad corporal se modifican entre generaciones (Bogin y Loucky *op. cit.*; Vázquez-Vázquez *et al.* 2013; Azcorra *et al.* 2015). Algunos autores, con base en la estimación de las tallas en poblaciones pasadas mediante fórmulas de regresión, han afirmado que este fenómeno se viene dando desde épocas anteriores a la llegada de los europeos a América (Márquez 1982; Márquez 1984; Siniarska y Wolanski 1999; Storey *et al.* 2002). Tratar de inferir las tallas de poblaciones antiguas conlleva toda una serie de limitantes teóricas y metodológicas, de las cuales a continuación se mencionan las más relevantes.

Es bien sabido en la literatura bioarqueológica que las colecciones óseas representan sólo una fracción de la población viva a la que pertenecieron (Wood *et al.* 1992). Los factores tafonómicos, las prácticas funerarias y la selección de los sitios a excavar finalmente repercuten en los materiales que están a disposición del investigador. Esto puede llevar a interpretaciones paradójicas o contradictoras. Para el área maya, las condiciones climáticas y del suelo dificultan la preservación de los materiales óseos, lo que limita aún más la disponibilidad de las muestras (Herrera Novelo 2014; Scherer 2017).

Para conocer la talla de un individuo esquelético de manera anatómica es necesario contar con una osamenta en buen estado de conservación que permita la medición de las vértebras, el cráneo y los huesos largos de las piernas para una aproximación a la estatura total del sujeto en vida (Ríos Frutos 2004). En el contexto arqueológico y paleontológico, encontrar una osamenta que reúna estas características es poco común, por lo que usualmente se recurre a fórmulas para la estimación de la talla obtenidas mediante modelos de regresión lineal. A este método se le conoce como matemático y asume la relación proporcional entre dos variables, una independiente (el elemento óseo) y otra dependiente (la talla del individuo en vida), por lo que al poder evaluar la variable independiente se puede estimar el valor de la otra. Es aconsejable que las fórmulas empleadas para estimar la estatura provengan de estudios hechos en poblaciones lo más cercanas, biológicamente, a las muestras a las que se pretende aplicar

(Duyar y Pelin 2003; Pelin y Duyar 2003), aunque trabajos más recientes han cuestionado este enfoque para poblaciones específicas (Albanese *et al.* 2016a; Albanese *et al.* 2016b).

Para Mesoamérica, y concretamente para el área maya, la fórmula más empleada para la estimación de la estatura en restos óseos prehispánicos es la desarrollada originalmente por Genovés (1966, 1967), con la posterior corrección planteada por Del Ángel y Cisneros (2004). Más recientemente se elaboró una nueva propuesta por Menéndez Garmendia *et al.* (2018), quienes reportan una nueva serie de ecuaciones de regresión para aplicarla a muestras forenses, pero ambas fórmulas tienen en común el hecho de que fueron elaboradas a partir de cadáveres pertenecientes a poblaciones del centro de México.

Trabajos como el de Faulhaber (2000) recopilan los datos de estatura reportados por diversos autores para el área maya. Una limitante importante de este tipo de aproximaciones radica en que se comparan promedios de talla obtenidos mediante diferentes fórmulas y, a menudo, con muestras muy reducidas entre las cuales, con frecuencia, pasaron largos periodos, lo que dificulta una correcta interpretación debido a los sesgos metodológicos y de muestreo (Del Ángel 1996).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se planteó la comparación de las variables longitud de tibia y talla entre dos poblaciones mayas bien definidas, con contextos geográficos similares pero diferentes en cuestiones culturales, económicas, tecnológicas y temporales, asumiendo que ha existido una continuidad en la población de la región, desde la época prehispánica hasta la actualidad, a pesar del proceso de mestizaje.

### *Xcambó*

El sitio arqueológico de Xcambó está situado en la costa noroeste de Yucatán, a 2.2 km al sur de la carretera costera de Uaymitún-Telchac (Cetina 2003: 40; Sierra Sosa 2004). Este asentamiento costero, cuyos inicios se dan en el Preclásico medio (800-300 aC), y su declive y abandono para el Clásico tardío (700 dC), se caracterizó por ser un centro de intercambio y comercio debido a su ubicación costera. Las investigaciones realizadas en los restos materiales y osteológicos del sitio muestran evidencia de una población dedicada al

comercio, que dependía en gran medida de recursos marinos y poseía una relativa homogeneidad social, esto basado en los ajuares asociados a los entierros excavados (Cetina Bastida y Sierra Sosa 2005). A partir de estudios de hipoplasia del esmalte y de restos de infantes sabemos que los habitantes de Xcambó, a pesar de su ventajosa posición geográfica que les permitía tener una gran disponibilidad de recursos, presentaban una elevada carga de estrés biológico y alta mortalidad infantil (Reyes *et al.* 2006; Méndez Collí *et al.* 2009). La colección osteológica se aloja en el Taller de Bioarqueología de la Facultad de Ciencias Antropológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán y está compuesta por más de 500 individuos (Cetina *op. cit.*: 58) de diferentes edades y con diversos grados de preservación. Los materiales fueron excavados entre 1996 y 1999 gracias a un proyecto del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), bajo la dirección de la doctora Thelma Sierra (*op. cit.*). De esta población arqueológica obtuvimos una muestra de 55 casos, de los cuales 31 fueron masculinos, representados por 26 tibias izquierdas y 23 derechas. Los 24 casos femeninos incluyeron 14 tibias izquierdas y 18 derechas.

### *Dzemul*

El poblado contemporáneo de Dzemul se encuentra al norte de la península de Yucatán, a poco más de 15 km de distancia del asentamiento arqueológico de Xcambó. No se cuenta con una fecha precisa de fundación, aunque las menciones en fuentes coloniales la sitúan desde el siglo XVI (De la Garza 1983). Durante el siglo XIX, la región experimentó un auge importante debido a la agroindustria del henequén, cuyo colapso en el siglo XX obligó a muchas personas de la comunidad a emigrar, por ejemplo a la zona turística del vecino estado de Quintana Roo, conocida como Riviera Maya, en búsqueda de nuevas oportunidades laborales (Baños 1993; Hurtado-Cen 2011). Según datos oficiales del gobierno mexicano, para 2010 el municipio de Dzemul estaba habitado por 3 489 personas, de las cuales 1 760 fueron catalogadas como indígenas –basándose principalmente en el criterio del idioma– y, además, presentaba un nivel de marginación medio, con base en la cuantificación de datos como el grado de alfabetización, nivel de estudios, acceso al agua, entre otras (CONAPO 2013).

La muestra de Dzemul estuvo compuesta por 100 voluntarios, de los cuales 63 fueron mujeres. Esto bien puede deberse al fenómeno migratorio, dado que los varones suelen dejar la comunidad por motivos

laborales. La medición de la longitud de tibia fue hecha en ambos lados del cuerpo de manera percutánea, tomando como punto de referencia el maléolo y la superficie articular hacia medial; para esta medición y para la de la talla se siguió lo establecido por Lohman *et al.* (1988). Antes de las mediciones se aplicaba un breve cuestionario sobre datos de vida generales. Las mediciones de ambas muestras fueron realizadas entre septiembre de 2015 y enero de 2016. A cada voluntario de la comunidad actual se le pidió firmar un consentimiento informado, donde se explicaba el procedimiento de la toma de datos. Todos los procedimientos realizados con esta población fueron aprobados por el Comité de Bioética para la Investigación en Seres Humanos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cobish) de Cinvestav.

#### *Criterios de selección e inclusión*

La talla de los individuos de la muestra contemporánea se obtuvo mediante antropometría mientras que para obtener la de los de la muestra arqueológica se emplearon estimaciones mediante fórmulas de regresión partiendo de las mediciones de la tibia. Se escogió la tibia como elemento principal para la comparación debido a que es el segmento que mejor se podía evaluar en ambas poblaciones. En el caso de los restos óseos de la población arqueológica, la tibia puede ser medida de manera aislada, mientras que en la población contemporánea se realizó de manera percutánea (figura 1).<sup>1</sup>

Respecto al sitio de Xcambó, se trabajó con los casos de los que se tenían los datos de sexo y edad. Se emplearon las tibias de individuos adultos de edad aproximada entre 22 y 45 años. Se excluyeron los casos que presentaran deformaciones por patología o por artritis. Se midió la longitud máxima de la tibia sin la espina como indican Buikstra y Ubelaker (1994). Para incrementar el número de individuos para el análisis, se incluyeron tibias que, por cuestiones de conservación, no presentaban el maléolo; para estos casos se tomó la longitud máxima de la tibia sin el maléolo y la espina, posteriormente a esta medida se le agregó el promedio de la longitud del maléolo aislado, esto de manera independiente por sexo. Las mediciones fueron tomadas con un antropómetro tipo

<sup>1</sup> Una descripción detallada de las técnicas empleadas, incluyendo diagramas y fotos, se encuentra en Chay (2017).

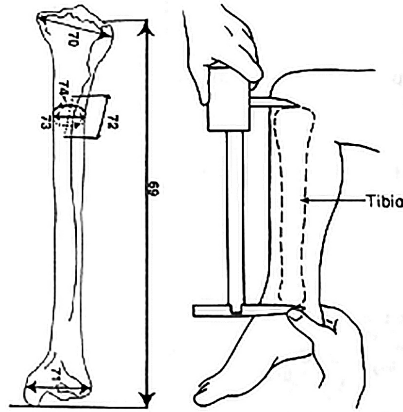


Figura 1. Medición de la longitud de pantorrilla comparada con la medición en tibia aislada (fuentes: Buikstra y Ubelaker 1994; Lohman *et al.* 1988).

Martin de fabricación suiza (GPM) con amplitud de 210 cm y precisión de 1 mm. Para la estimación de la talla de los individuos procedentes de Xcambó se emplearon tres fórmulas de regresión diferentes, la primera es la aproximación clásica de Genovés (1967), modificada por Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*), la segunda es la elaborada por Menéndez Garmendia *et al.* (*op. cit.*) y la tercera es la propuesta de Chay (2017). Esta última fue elaborada con base en voluntarios de ambos sexos en la comunidad de Dzemul, tomando como variable la tibia y la talla.

En Dzemul se trabajó con voluntarios adultos de entre 22 y 45 años de edad, medidos en el Centro de Salud, el palacio municipal y centros deportivos de la comunidad, que hubiesen crecido en la comunidad, y no presentaran alguna patología que afectara su talla y proporción corporal. En vista de que la población actual de la comunidad ha experimentado un proceso de mestizaje que abarca varios siglos, se decidió que cada voluntario que participara en el estudio debía tener cuando menos un apellido de origen maya, criterio de selección que ya ha sido empleado con éxito en recientes trabajos de biología humana en habitantes de la península de Yucatán (Azcorra *et al.* 2013; Vázquez-Vázquez *et al. op. cit.*). A cada voluntario de Dzemul se le pidió firmar un consentimiento informado, donde se explicaba el procedimiento de la toma de datos.

Para ambas poblaciones el muestreo puede ser considerado como no aleatorio y por conveniencia; en el caso de la población arqueológica

los datos estuvieron limitados por factores de conservación y tafonomía, además, por la mortalidad selectiva propia del grupo (Wood *et al. op. cit.*); para la población contemporánea, los datos estuvieron limitados por la disposición de los participantes y los lugares de muestreo.

## RESULTADOS

En el cuadro 1 reportamos la estadística descriptiva para las variables tibia, talla real y talla estimada en los datos analizados. En estas cifras se puede apreciar que existe una disparidad en la frecuencia de individuos, por sexo, en ambas muestras; en la población arqueológica hay más hombres que mujeres, mientras que en la contemporánea el patrón es el contrario. Las razones pueden ser varias; en el caso de los restos óseos, es común que las mujeres tiendan a estar subrepresentadas, lo cual tal vez se deba a factores como una conservación diferenciada o un sesgo a la hora de asignar el sexo a los materiales (Weiss 1972; Meindl *et al.* 1985). Tampoco se descartan prácticas funerarias diferenciadas que pudieran estar afectando la distribución de los sexos en el registro osteológico. En el caso de Dzemul, una menor participación de hombres en el estudio puede que se haya debido a cuestiones laborales.

Para los varones de Xcambó, el promedio de la talla estimada no varió, independientemente de la fórmula de regresión empleada; el valor siempre se mantuvo en 160 cm. En el caso de las mujeres de Xcambó, el promedio de la talla varió con la fórmula; las aproximaciones de Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*) y Menéndez Garmendia *et al.* (*op. cit.*) arrojaron un promedio de 147 cm, mientras que la de Chay (*op. cit.*) da un promedio de 144 cm. La variable tibia cumplió con las condiciones de una distribución normal para ambos sexos en los dos grupos.

En la población de Dzemul la talla de los hombres fue de 162 cm en promedio, mientras que la de las mujeres fue de 147 cm. Se puede observar que la diferencia de los promedios entre ambos sexos oscila de 10 a 15 cm, lo que concuerda con lo reportado en la literatura sobre el dimorfismo sexual en la talla (Stulp y Barrett, 2014).

En la figura 2 se presenta la distribución por medio de cuartiles de los datos reales de talla de Dzemul y las estimaciones para Xcambó, por sexo; se puede ver que los varones de Dzemul presentan una mayor variabilidad y dispersión de los valores, aunque la mediana y 50% de la

*Cuadro 1.* Estadística descriptiva de talla y longitud de tibia para las muestras prehispánica (Xcambó) y contemporánea (Dzemul) de acuerdo con diferentes fórmulas, por sexo (cm)

	Xcambó			Dzemul		
	Media (DE)	Min.	Máx	Media (DE)	Min.	Máx.
Masculino	(n=31)			(n=37)		
Talla				162.71 (6.38)	149.20	178.70
Talla estimada (Del Ángel y Cisneros)	160.92 (3.58)	152.74	168.70			
Talla estimada (Menéndez <i>et al.</i> )	160.82 (5.08)	149.24	171.84			
Talla estimada (Chay)	160.58 (4.60)	150.08	170.57			
Tibia derecha	35.37 (1.87) <sup>1</sup>	31.40	39.70	36.47 (2.13)	32.80	41.10
Tibia izquierda	35.85 (1.78) <sup>2</sup>	32.70	39.40	36.76 (2.08)	33.30	41.30
Femenino	(n=24)			(n=63)		
Talla				147.65 (4.94)	134.60	160
Talla estimada (Del Ángel y Cisneros)	147.94 (4.40)	140.71	156.22			
Talla estimada (Menéndez <i>et al.</i> )	147.38 (4.87)	139.39	156.53			
Talla estimada (Chay)	144.69 (4.14)	137.89	152.47			
Tibia derecha	32.11 (1.57) <sup>3</sup>	29.20	34.90	33.02 (1.55)	29.50	36.40
Tibia izquierda	31.80 (1.64) <sup>4</sup>	29.20	34.60	33.02 (1.59)	29.20	36.30

Los datos incluyen los valores estimados de la tibia para la muestra arqueológica. DE=desviación estándar; <sup>1</sup>n=23, <sup>2</sup>n=26, <sup>3</sup>n=18, <sup>4</sup>n=14 (Del Ángel y Cisneros 2004; Menéndez *et al.* 2018; Chay 2017).

distribución de la muestra se mantienen similares a las de la población prehispánica. En el caso de las mujeres, la situación es diferente pues la variabilidad de la talla es mayor entre las mujeres contemporáneas, lo cual bien puede deberse a las diferencias en el tamaño de las muestras. La distribución de la mediana y 50% de la muestra entre las mujeres de la población contemporánea y las estimaciones, empleando las fórmulas de Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*) y Menéndez Garmendia *et al.* (*op. cit.*), son similares, mientras que la distribución de los valores de la talla aplicando la fórmula de Chay (*op. cit.*) es visiblemente menor.

Aplicando la prueba t de Student para muestras independientes a la variable longitud de tibia en individuos masculinos las diferencias de medias son marginalmente significativas ( $t: -1.7$ ,  $p: 0.08$ ), mientras que para los femeninos sí existe una diferencia significativa ( $t: -3.04$ ;  $p: <0.01$ ).

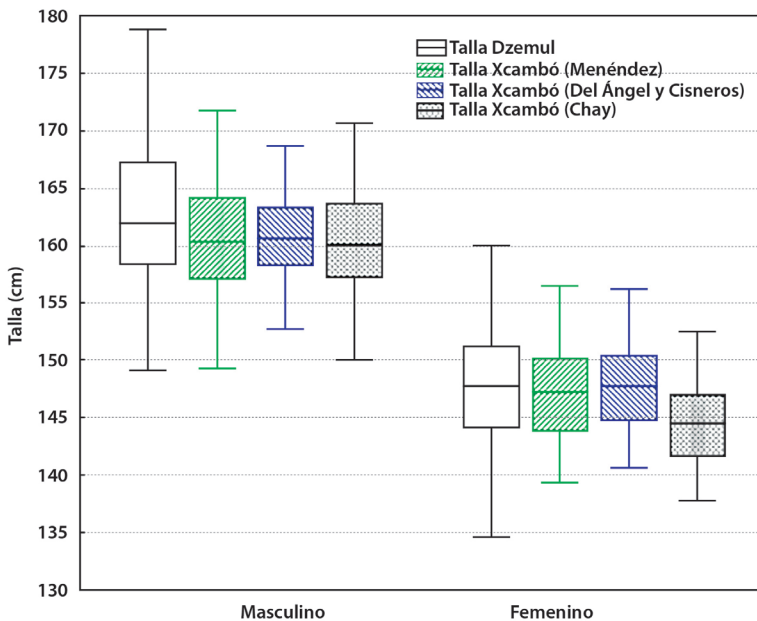


Figura 2. Distribución de la talla real y estimada en las muestras de Dzemul y de Xcambó, por sexo.



La figura 3, en la que se presenta la distribución de las mediciones de la tibia de ambas poblaciones, por sexo, puede ser interpretada como un aproximado de la talla sin pasar por los errores de estimación inherentes a las fórmulas de regresión. Los valores de la distribución de los masculinos son muy similares, mientras que para los femeninos se aprecia una mayor diferencia.

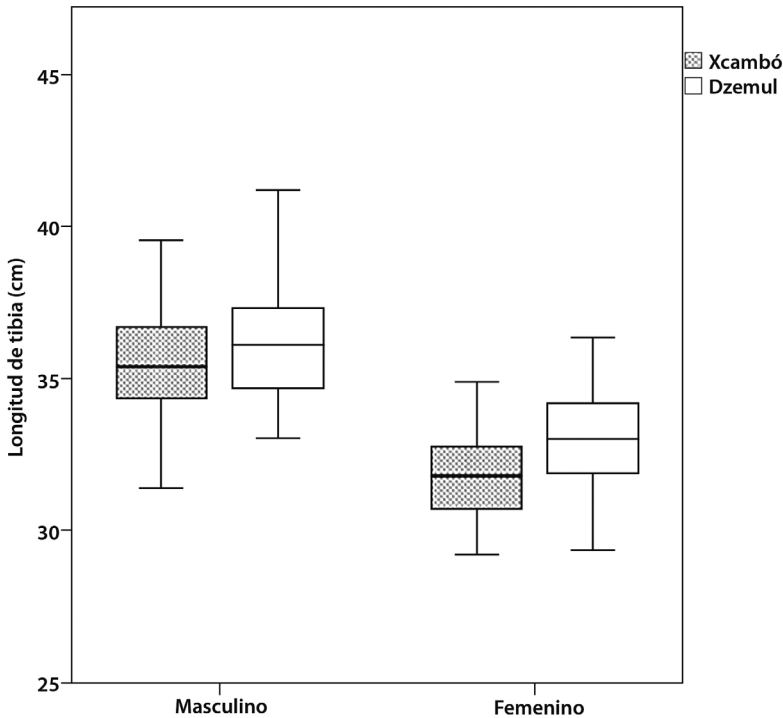


Figura 3. Distribución de la longitud de tibia para las muestras de Dzemul y Xcambó, por sexo.

### DISCUSIÓN

En estudios de poblaciones actuales se ha encontrado una buena correlación entre variables como educación (años de estudio) e ingreso económico con la talla de los individuos. Para las poblaciones antiguas, sólo es posible hacer inferencias generales sobre las condiciones en las que se

desarrollaron sus individuos, especialmente en el caso de las sociedades prehispánicas que carecieron de sistemas educativos formales y monetarios equiparables a los de las sociedades actuales.

La literatura sobre las condiciones de vida, salud y enfermedad para el sitio arqueológico de Xcambó es amplia; en ella se describe a una comunidad costera, donde el comercio y la extracción de sal jugaron un papel muy importante en la economía de la región (Sierra Sosa *et al.* 2014), y sumamente dependiente de los recursos costeros para su alimentación (Götz y Sierra Sosa 2011; Götz 2012). En lo referente al aspecto de salud y enfermedad, se debe tener en cuenta que hablamos de una sociedad pre-antibiótica, lo que significa una elevada tasa de natalidad y mortalidad infantil (Omran 2005; Hernández Espinoza y Márquez Morfín 2015). Esto parece corroborarse con los estudios de Méndez Collí *et al.* (*op. cit.*) y Reyes *et al.* (*op. cit.*), cuyos análisis de la hipoplasia del esmalte en conjunto con otras afectaciones patológicas en osamentas de adultos e infantiles indican una elevada presión biológica en los primeros años de la infancia.

Para la población de Dzemul el patrón es diferente, la comunidad ha pasado por la transición epidemiológica, lo que implica una disminución de la mortalidad causada por enfermedades de tipo infeccioso, dando lugar a afectaciones de tipo crónico-degenerativo (Omran *op. cit.*; INEGI 2016). Sin embargo este cambio es relativamente reciente; las principales causas de muerte en Dzemul a finales del siglo XIX y principios del XX seguían siendo las afectaciones de tipo infeccioso, especialmente en infantes de uno a tres años de edad (Hurtado-Cen *op. cit.*). La transición epidemiológica y, en particular la nutricional, es decir, la inclusión de alimentos y bebidas industrializados en la dieta local, son bastante recientes en la península. Esto no necesariamente significa una mejoría en la nutrición, sino que da pie a situaciones en las cuales la desnutrición y la obesidad coexisten en un mismo medio (Gurri *et al.* 2001; Leatherman y Goodman 2005). Partiendo de esto, el escenario esperado sería que la muestra de Dzemul presentara longitud de tibia y talla significativamente mayores en comparación con los habitantes de Xcambó, porque se asume que, debido a la transición epidemiológica, las condiciones durante el crecimiento en la infancia serían menos adversas, pero esto no se cumple para los varones; la prueba t de Student no arrojó una diferencia significativa en la longitud de tibia entre los masculinos de ambos grupos. Tradicionalmente, la literatura ha reportado que los varones tienden a

ser más sensibles a los estresores ambientales (Wolanski y Kasprzak *op. cit.*; Stinson 1985); en trabajos que comparan las tallas estimadas a partir de largos periodos, los hombres tienden a tener estaturas más variables (Gerhards 2005). El hecho de que sí exista una diferencia significativa entre las mujeres de ambas poblaciones, siendo las contemporáneas más altas en promedio, nos lleva a pensar en diferentes escenarios. Es posible que la presión biológica durante las etapas del crecimiento de las mujeres haya sido mucho mayor en la población de Xcambó que en la de Dzemul, mientras que los estresores biológicos entre los varones no hayan cambiado significativamente. Una explicación del origen de esta variación puede estar relacionada con el aspecto reproductivo de las mujeres. La literatura reporta que el embarazo representa una carga metabólica considerable para una mujer y, si éste se da durante la adolescencia, podría afectar la talla final (Tiesler Blos 2001; Vercellotti y Piperata 2012). Para las mujeres de la comunidad de Dzemul, la edad del primer embarazo fue de 21 años, dato que no es posible determinar para las mujeres de Xcambó, aunque si éstas se embarazaban por primera vez a una edad menor que las mujeres de Dzemul, esto podría ser una de las causas de las diferencias encontradas. Azcorra *et al.* (2015) han reportado que pueden existir variaciones de más de 1 cm en la altura de la rodilla (y por lo tanto, de la talla total) entre madres e hijas de origen maya, aparentemente sólo modificando factores ambientales. Otros autores han reportado el incremento de la talla a lo largo de varias generaciones, especialmente en décadas recientes (NCD-RisC *op. cit.*). Desde una perspectiva evolutiva, la diferencia entre las longitudes de tibia halladas en la población femenina parecería ser mínima para un lapso tan largo.

Resulta interesante el hecho de que la población masculina de Xcambó obtuvo el mismo promedio de talla estimada para toda la población, independientemente de la fórmula de regresión empleada. Tomando en cuenta el hecho que las propuestas de Menéndez Garmendia *et al.* (*op. cit.*) y de Genovés (1967), modificada por Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*), están basadas en población originaria del centro de México, mientras que la de Chay (*op. cit.*) se elaboró basándose directamente en la población maya de Dzemul, el que los promedios de talla sean iguales podría deberse a que la proporción corporal de los varones de las muestras de referencia no es significativamente diferente, aunque harían falta más estudios para poder determinar si esto es extrapolable a toda la población maya. Si se

compara el promedio de los hombres de Xcambó con el obtenido con los voluntarios de Dzemul, se observa una diferencia, no estadísticamente significativa, de 2 cm a favor de la población contemporánea.

En el caso de las mujeres de Xcambó, sí se observaron diferencias en la talla estimada dependiendo de la fórmula empleada; las de Genovés y Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*) arrojan una talla en promedio 3 cm mayor que la obtenida con la fórmula de Chay (*op. cit.*); esto bien puede deberse a una proporcionalidad corporal diferente entre las poblaciones de referencia; es posible que la proporción entre la tibia y la talla de las mujeres en las que se basaron las fórmulas de Del Ángel y Cisneros (*op. cit.*) y Menéndez Garmendia *et al.* (*op. cit.*) sea diferente en comparación con la propuesta por Chay (*op. cit.*). No está de más recordar que la población maya contemporánea posee una talla baja en comparación con otros grupos. Una fórmula para calcular la talla basada en población local bien pudiera dar estimaciones menores en comparación con otras propuestas, aunque es de extrañar que esta diferencia esté presente únicamente en las estimaciones de las mujeres.

La variación de la talla entre generaciones puede atribuirse a una combinación de factores tanto ambientales como genéticos, aunque recientes trabajos han demostrado que si los factores ambientales se modifican, la talla de una población puede cambiar rápidamente en una generación, lapso demasiado breve para que el factor genético entre en juego (Bogin *et al. op. cit.*). El razonamiento subyacente a la premisa mencionada es que existe un potencial genético de crecimiento, y que la epigenética, entendida como el conjunto de procesos tanto a nivel metabólico como ambiental que influyen en la expresión fenotípica de los genes, determina si el organismo crece hasta alcanzar este potencial. Los cambios en la frecuencia de genes son considerados como una parte fundamental en el proceso evolutivo de una especie; este razonamiento nos puede llevar a pensar que la talla baja de las poblaciones mayas es debida a variables únicamente genéticas y, por tanto, inherentes a su fenotipo. Autores como Seckler (1980) han propuesto que el tamaño reducido de la talla en poblaciones humanas bajo condiciones adversas es una estrategia adaptativa para hacer un uso eficiente de los recursos. Esta postura ha sido duramente criticada, debido a que un individuo con crecimiento alterado por problemas nutricionales no es más eficiente, y presentará complicaciones durante todo su ciclo vital. Los trabajos de

Bogin y colaboradores (Bogin y Loucky op. cit.; Bogin *et al.* 2002; Bogin y Rios 2003) para poblaciones mayas de Guatemala y de diversos autores en otras poblaciones (Li *et al.* 2003; Adair *et al.* 2013) han aportado fuerte evidencia sobre cómo únicamente alterando variables ambientales, la talla puede incrementarse rápidamente en tan solo una generación, infiriéndose que la estatura baja que caracteriza a las poblaciones mayas contemporáneas puede deberse más a factores sociales y ambientales que a genéticos, y que finalmente tiene efectos adversos en la biología de los individuos. Esto parece entrar en una contradicción directa con los resultados del presente estudio, ya que no se encontraron las diferencias esperadas para un periodo de más de mil años. Hay que señalar que este trabajo emplea sólo dos muestras, por lo que existe la posibilidad de que hayan habido variaciones en la talla en el lapso mencionado, las cuales se desconocen. El punto central de esta discusión radica finalmente en una cuestión epistemológica: la talla baja de las poblaciones mayas ¿es inherente a su biología? o ¿es resultado de procesos socioculturales que han repercutido durante siglos en la población de la península? o ¿resulta de una combinación de ambos factores? Con los datos disponibles es difícil responder adecuadamente la pregunta, que requiere un enfoque teórico y metodológico adecuados.

Comparando nuestros resultados con las estimaciones de estatura para otros sitios arqueológicos reportados del área maya se aprecia la distribución general de los promedios de la talla entre hombres y mujeres. Usualmente en los trabajos de estimación de la talla para el área maya se emplea nada más el promedio (sin reportar desviación estándar y otros valores de estadística descriptiva) como punto de comparación, esto es debido a que las muestras son muy escasas. Al basar las diferencias únicamente en los promedios, se ignora por completo la diversidad de las muestras. En el presente trabajo, el poder contar con un número mayor de datos permitió realizar una comparación algo más detallada que resultó en que la diferencia entre los promedios de los varones de Xcambó y Dzemul no fuera estadísticamente significativa, dando muestra de lo engañoso que puede resultar si se trabaja sólo con promedios.

Llama la atención que los varones de Dzemul parecen tener 3 cm más de talla en comparación con la reportada por otros autores para la región costera de Yucatán. Es importante destacar que los promedios de talla calculados para las poblaciones arqueológicas provienen del uso

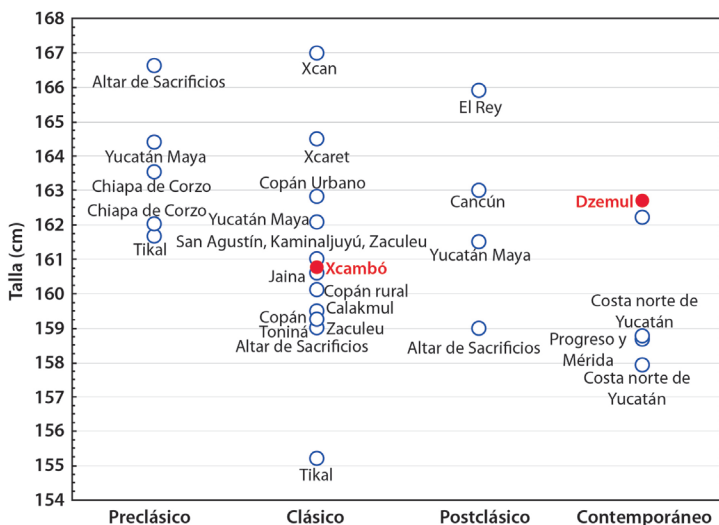
de diferentes metodologías y fórmulas (Pearson 1899; Trotter y Gleser 1952) y, además, se aplicaron a muestras sumamente reducidas y pertenecientes a amplias regiones geográficas del área maya; no hay manera de cuantificar el sesgo en los valores reportados por cada autor, por lo que la figura 4 debe entenderse como ilustrativa. En la literatura se ha señalado que aplicar fórmulas de regresión para estimar la talla de poblaciones diferentes a las de las que se obtuvieron puede llevar a errores considerables en las estimaciones (Duyar y Pelin *op. cit.*; Pelin y Duyar *op. cit.*), por lo que para poder calcular más adecuadamente el comportamiento de la talla a través del tiempo es necesario aplicar la misma técnica en todos y cada uno de los casos.

La obtención de un panorama completo y consistente está sujeta a futuras revisiones y nuevos datos más estandarizados. En vista de lo mencionado, además de los problemas de representatividad y de inferencia de la talla en poblaciones antiguas, ¿las diferencias que se observan son biológicamente significativas? Es difícil discernirlo a partir de muestras con tantas limitaciones, por lo cual queda abierto a discusión e interpretación. Con más muestras, además de metodologías más estandarizadas, sería posible obtener un panorama más confiable sobre el comportamiento de la talla en el área maya a lo largo de los siglos (figura 4).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo no permiten probar una disminución de la talla entre la población regional prehispánica y contemporánea; la talla de los varones parece haberse mantenido estable, mientras que la de las mujeres incluso aparenta tener un incremento en la comunidad contemporánea. Es importante señalar que los datos presentados en este estudio no son extrapolables a las poblaciones del área maya entre el Clásico y la época contemporánea, como se argumentó en la discusión. Es necesario realizar estudios más amplios con muestras procedentes de otras localidades de esa área, aplicando métodos estandarizados análogos para facilitar la comparación y generalización de resultados. Para comprender el estado de salud y enfermedad de las poblaciones mayas de la actualidad, es necesario realizar un análisis de los giros más puntuales que éstas hayan dado a lo largo de la historia en Yucatán. Lograrlo requiere una mejor comprensión del estado biológico y de los contextos socioculturales y

**Masculinos**



**Femeninos**

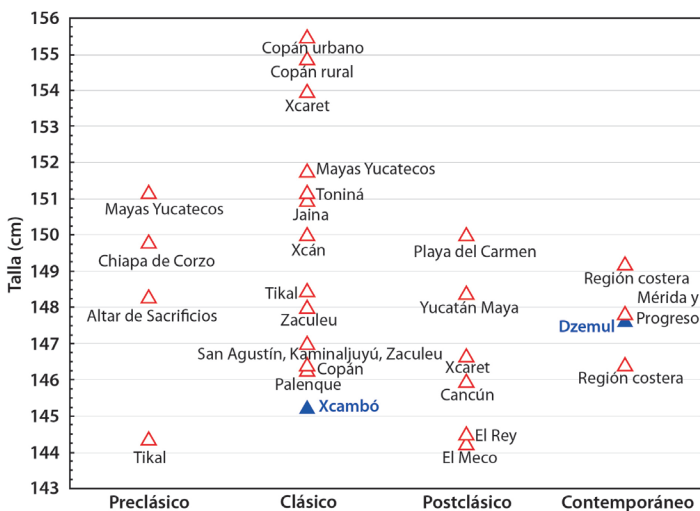


Figura 4. Comparación de promedios de talla reportados para el área maya, por sexo y periodo cronológico. (Datos de: Dickinson *et al.* 1990; Tiesler 1999; Faulhaber 2000; Storey *et al.* 2002; Siniarska y Wolanski 2005.) Los promedios para la población de Xcambó fueron obtenidos con la fórmula de Chay *et al.* (2018).

ecológicos de las poblaciones pretéritas que una vez ocupaban la región y cuyo devenir histórico ha dado lugar a las comunidades contemporáneas.

### *Agradecimientos*

Este trabajo no hubiera sido posible sin la invaluable colaboración de la bióloga Graciela Valentín para la estandarización antropométrica y la coordinación y realización del trabajo de campo en la comunidad de Dzemul. Agradecemos además a las personas que fueron nuestros contactos en Dzemul, al Comisario Ejidal, señor Julio Medina, a los médicos cirujanos Daniel Brito y María Angélica Martínez Toledano, a Oswaldo Chalé y Carla Mata por permitirnos trabajar en el palacio municipal y en el centro comunitario, además de ser una fuente de valiosa información para la logística del trabajo de campo. A los doctores José Luis Batún y Hugo Azcorra, por su apoyo durante el análisis de los datos y por aportar valiosos comentarios que contribuyeron a la discusión del presente trabajo. A la arqueóloga Thelma Sierra por permitir el acceso a los materiales osteológicos. A todos y cada uno de los voluntarios que aceptaron regalarnos unos minutos de su tiempo para participar en este estudio.

### REFERENCIAS

ADAIR, L. S., C. H. D. FALL, C. OSMOND, A. D. STEIN, R. MARTORELL, M. RAMIREZ-ZEA, H. S. SACHDEV, D. L. DAHLY, I. BAS, S. A. NORRIS, L. MICKLESFIELD, P. HALLAL Y C. G. VICTORA

2013 Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: findings from five birth cohort studies, *The Lancet*, 382(9891): 525-534.

ALBANESE, J., S.E. OSLEY Y A. TUCK

2016a Do group-specific equations provide the best estimates of stature?, *Forensic Science International*, 261: 154-158.

ALBANESE, J., A. TUCK Y J. GOMES, H. F. V. CARDOSO

2016b An alternative approach for estimating stature from long bones that is not population- or group-specific, *Forensic Science International*, 259: 59-68.



- ALBERMAN, E., H. FILAKTI, S. WILLIAMS, S. J. W. EVANS Y I. EMANUEL  
1991 Early influences on the secular change in adult height between the parents and children of the 1958 birth cohort, *Annals of Human Biology*, 18(2): 127-136.
- ÁNGEL, A. DEL  
1996 La estatura de la población prehispánica de México, S. Lopez, C. Serrano y L. Márquez (eds.), *Estudios de antropología física en México. Estudios sobre la población antigua y contemporánea*, UNAM, México: 55-78.
- ÁNGEL, A. DEL Y H. B. CISNEROS  
2004 Technical note: modification of regression equations used to estimate stature in Mesoamerican skeletal remains, *American Journal of Physical Anthropology*, 125(3): 264-265.
- AZCORRA, H., M.I. VARELA-SILVA, L. RODRIGUEZ, B. BOGIN Y F. DICKINSON  
2013 Nutritional status of Maya children, their mothers, and their grandmothers residing in the city of Merida, Mexico: revisiting the leg-length hypothesis, *American Journal of Human Biology*, 25(5): 659-665.
- AZCORRA, H., L. RODRÍGUEZ, M.I. VARELA-SILVA, S. DATTA BANIK Y F. DICKINSON  
2015 Intergenerational changes in knee height among Maya mothers and their adult daughters from Merida, Mexico, *American Journal of Human Biology*, 27(6): 792-797.
- BAÑOS, O.  
1993 Reconfiguración rural-urbana en la zona henequenera de Yucatán. *Estudios Sociológicos*, 11(32): 419-443.
- BOGIN, B. Y R. KEEP  
1999 Eight thousand years of economic and political history in Latin America revealed by anthropometry. *Annals of Human Biology*, 26(4): 333-351.
- BOGIN, B. Y J. LOUCKY  
1997 Plasticity, political economy, and physical growth status of Guatemala Maya children living in the United States, *American Journal of Physical Anthropology*, 102(1): 17-32.

BOGIN, B. Y L. RIOS

- 2003 Rapid morphological change in living humans: implications for modern human origins, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136(1): 71-84.

BOGIN, B., P. SMITH, A. B. ORDEN, M. I. VARELA SILVA Y J. LOUCKY

- 2002 Rapid change in height and body proportions of Maya American children, *American Journal of Human Biology*, 14(6): 753-761.

BOGIN, B. Y M. I. VARELA-SILVA

- 2010 Leg length, body proportion, and health: a review with a note on beauty, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3): 1047-1075.

BOIX, C. Y F. ROSENBLUTH

- 2014 Bones of contention: the political economy of height inequality, *American Political Science Review*, 108(01): 1-22.

BUIKSTRA, J. E. Y D. H. UBELAKER (EDS.)

- 1994 *Standards for data collection from human skeletal remains*, Fayetteville: Arkansas, Arkansas Archaeological Survey.

CETINA, A.

- 2003 Poblacion, nutricion y condiciones de vida en Xcambó, Yucatán, tesis de licenciatura, Universidad Autonoma de Yucatán, Mérida, Yucatan, México.

CETINA BASTIDA, A. Y T. SIERRA SOSA

- 2005 Condiciones de vida y nutrición de los antiguos habitantes de Xcambó, Yucatán, *Estudios de Antropología Biológica*, 13: 661-678.

COLE, T. J.

- 2000 Secular trends in growth, *Proceedings of the Nutrition Society*, 59(02): 317-324.
- 2003 The secular trend in human physical growth, a biological view, *Economics & Human Biology*, 1(2): 161-168.

CONAPO

- 2013 Índice absoluto de marginación 2000-2010, Consejo Nacional de Población, México.

CHAY VELA, S. A.

- 2017 [en línea] *Cambio en longitud de tibia y talla en dos poblaciones mayas de la península de Yucatán*, tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, <[http://www.mda.cinvestav.mx/ecohum/tesis\\_estudiantes/TesisSChay17.pdf](http://www.mda.cinvestav.mx/ecohum/tesis_estudiantes/TesisSChay17.pdf)>

CHAY VELA, S., J. BATÚN, A. VÁZQUEZ-GÓMEZ, V. TIESLER Y F. DICKINSON

- 2018 New linear regression equations to calculate body height from tibial length in modern Maya populations, *HOMO Journal of Comparative Human Biology*, 69(6), 340–346.

GARZA, M. DE LA (ED.)

- 1983 Relaciones histórico-geográficas de la gobernación de Yucatán, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

DICKINSON BANNACK, F. H.

- 1997 Desnutrición y obesidad en poblaciones yucatecas, J. Aréchiga Viramontes y M. Bertran Vilá (eds.), *Significación sociocultural de la variación morfológica*, Universidad Nacional Autónoma de México: 69-79.

DICKINSON, F., M. D. CERVERA, R. MURGUÍA Y L. UC

- 1990 Growth, nutritional status, and environmental change in Yucatan, Mexico, *Studies in Human Ecology* 9: 135-149

DUYAR, I. Y C. PELIN

- 2003 Body height estimation based on tibia length in different stature groups, *American Journal of Physical Anthropology*, 122(1): 23-27.

FAULHABER, J.

- 2000 Antropología biológica de las sociedades prehispánicas, L. Manzanilla y L. López-Luján (eds.), *Historia antigua de México. El México antiguo, sus áreas culturales, orígenes y el horizonte Preclásico*, INAH/IIA-UNAM, México: 23-52.

GENOVÉS, S.

- 1966 *La proporcionalidad entre los huesos largos y su relación con la estatura en restos mesoamericanos*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1967 Proportionality of the long bones and their relation to stature among Mesoamericans, *American Journal of Physical Anthropology*, 26(1): 67-77

GERHARDS, G.

- 2005 Secular variation in the body stature of the inhabitants of Latvia (7th millennium BC-20th c. AD), *Acta Medica Lituanica*, 12(1): 33-39.

GÖTZ, C. M.

- 2012 Caza y pesca prehispánicas en la costa norte peninsular yucateca, *Ancient Mesoamerica*, 23(02): 421-439.

GÖTZ, C. M. Y T. N. SIERRA SOSA

- 2011 *La arqueofauna de Xcambó, Yucatán*, Antípoda, México: 119-145.

GURRI, F. D., G. BALAM PEREIRA Y E. MORAN

- 2001 Well-being changes in response to 30 years of regional integration in Maya populations from Yucatan, Mexico, *American Journal of Human Biology*, 13(5): 590-602.

HERNÁNDEZ ESPINOZA, P. O. Y L. MÁRQUEZ MORFÍN

- 2015 Maya paleodemographics: What do we know?, *American Journal of Human Biology*, 27(6): 747-757.

HERRERA NOVELO, A.

- 2014 *Tafonomía y diagénesis en los sustratos de suelo peninsular yucateco y su afectación en el hueso arqueológico*, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, Mexico.

HURTADO-CEN, A. D. P.

- 2011 *Un estudio bioantropológico de las causas de muerte en Dzempl, Yucatán: 1866-1929*, tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.

## INEGI

- 2016 *Defunciones generales por entidad y enfermedades*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (20 de mayo).

## LEATHERMAN, T. L. Y A. GOODMAN

- 2005 Coca-colonization of diets in the Yucatan, *Social Science & Medicine*, 61(4): 833-846.

## LEITCH, I.

- 1951 Growth and health, *British Journal of Nutrition*, 5(01): 142-151.

## LI, H., A.D. STEIN, H. X. BARNHART, U. RAMAKRISHNAN Y R. MARTORELL

- 2003 Associations between prenatal and postnatal growth and adult body size and composition, *The American Journal of Clinical Nutrition* 77(6): 1498-1505.

## LOHMAN, T. G., A. F. ROCHE Y R. MARTORELL

- 1988 *Anthropometric standardization reference manual*, Human Kinetic Books, Champaign, Illinois.

## MÁRQUEZ, L.

- 1982 *Descenso en la estatura de los mayas prehispánicos y su relación con problemas de malnutrición*, manuscrito inédito.
- 1984 Distribución de la estatura en colecciones óseas mayas prehispánicas, *Estudios de Antropología Biológica*, 2: 253-271.

## MCCULLOUGH, J. M. Y C. S. MCCULLOUGH

- 1984 Age-specific variation in the secular trend for stature: a comparison of samples from industrialized and nonindustrialized regions, *American Journal of Physical Anthropology*, 65(2): 169-180.

## MEINDL, R. S., C. O. LOVEJOY, R. P. 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(1): 79-85.

MÉNDEZ COLLÍ, C., T. N. SIERRA SOSA, V. TIESLER Y A. CUCINA

- 2009 Linear enamel hypoplasia at Xcambó, Yucatán, during the Maya Classic period: an evaluation of coastal marshland impact on ancient human populations, *HOMO Journal of Comparative Human Biology*, 60(4): 343-358.

MENÉNDEZ GARMENDIA, A., G. SÁNCHEZ-MEJORADA, Y J. A. GÓMEZ-VALDÉS

- 2018 Stature estimation formulae for Mexican contemporary population: a sample based study of long bones, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 54: 87-90.

NCD-RISc

- 2016 A century of trends in adult human height, *eLife*, 5:1-29.

OMRAN, A. R.

- 2005 The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change, *The Milbank Quarterly*, 83(4): 731-757.

PEARSON, K.

- 1899 Mathematical contributions to the theory of evolution. On the reconstruction of the stature of prehistoric races, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 192: 169-244.

PELIN, I. C. E I. DUYAR

- 2003 Estimating stature from tibia length: A comparison of methods, *Journal of Forensic Sciences*, 48(4):1-5.

REYES, G., V. TIESLER, A. CUCINA Y T. SIERRA SOSA

- 2006 Paleopatología infantil de Xcambó, Yucatán. *Los Investigadores de la Cultura Maya*, 14(11): 462-469.

RÍOS FRUTOS, L.

- 2004 Estimación de la estatura en restos óseos: problemas metodológicos, J. P. Laporte, B. Arroyo, H. L. Escobedo y H. E. Mejía (eds.), *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala: 110-116.

SCHERER, A. K.

- 2017 Bioarchaeology and the skeletons of the pre-Columbian Maya, *Journal of Archaeological Research*, 25(2): 133-184.

SECKLER, D.

- 1980 "Malnutrition": an intellectual odyssey, *Western Journal of Agricultural Economics*, 5(2):219-227.

SIERRA SOSA, T., A. CUCINA, T. D. PRICE, J. H. BURTON Y V. TIESLER

- 2014 Maya coastal production, exchange, life style, and population mobility: a view from the port of Xcambó, Yucatán, México, *Ancient Mesoamerica*, 25(01): 221-238.

SIERRA SOSA, T. N.

- 2004 *La arqueología de Xcambó, Yucatán. Centro administrativo salinero y puerto comercial de importancia regional durante el Clásico*, tesis de doctorado, Posgrado en Estudios Mesoamericanos, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

SIMEONE, P. Y S. ALBERTI

- 2014 Epigenetic heredity of human height, *Physiological Reports*, 2(6): e12047.

SINIARSKA, A. Y N. WOLANSKI

- 1999 Secular changes and economic transformations in Yucatan, Mexico, *Perspectives in Human Biology*, 4(2):189-201.
- 2005 Social environment, body structure and function in inhabitants of Yucatan, Mexico, *Journal of Human Ecology*, 17(1): 47-57.

STINSON, S.

- 1985 Sex differences in environmental sensitivity during growth and development, *American Journal of Physical Anthropology*, 28(S6): 123-147.

STOREY, R., L. MÁRQUEZ MORFÍN Y V. SMITH

- 2002 Social disruption and the Maya civilization of Mesoamerica, R. H. Steckel y J. C. Rose (eds.), *The backbone of history: health and nutrition in the Western Hemisphere*, Cambridge University Press, USA: 283-306.

STULP, G., L. BARRETT.

- 2014 Evolutionary perspectives on human height variation, *Biological Reviews*, 91(1): 206-234.

TIESLER BLOS, V.

- 1999 *Rasgos bioculturales entre los antiguos mayas: aspectos arqueológicos y sociales*, tesis de doctorado, Posgrado en Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 2001 La estatura entre los mayas prehispánicos: consideraciones bioculturales, *Estudios de Antropología Biológica*, 10: 257-273.

TROTTER, M., Y G. C. GLESER

- 1952 Estimation of stature from long bones of American whites and negroes, *American Journal of Physical Anthropology*, 10(4): 463-514.

VÁZQUEZ-VÁZQUEZ, A., H. AZCORRA, I. FALFÁN, J. ARGAEZ, D. KANTUNY F. DICKINSON

- 2013 Effects of Maya ancestry and environmental variables on knee height and body proportionality in growing individuals in Mérida, Yucatán, *American Journal of Human Biology*, 25(5): 586-593.

VERCELLOTTI, G. Y B. A. PIPERATA

- 2012 The use of biocultural data in interpreting sex differences in body proportions among rural Amazonians, *American Journal of Physical Anthropology*, 147(1): 113-127.

VIZCAÍNO, S. F., S. M. BARGO, G. H. CASSINI Y N. TOLEDO

- 2016 *Forma y función en paleobiología de vertebrados*, Editorial de la Universidad de La Plata, Buenos Aires.

WEISS, K. M.

- 1972 On the systematic bias in skeletal sexing, *American Journal of Physical Anthropology*, 37(2): 239-249.

WOLANSKI, N. Y E. KASPRZAK

- 1976 Stature as a measure of effects of environmental change, *Current Anthropology*, 17(3): 548-552.



WOOD, J. W., G. R. MILNER, H. C. HARPENDING Y K. M. WEISS

1992 The osteological paradox: problems of inferring health from skeletal samples, *Current Anthropology*, 33(4): 343-370.

## ANÁLISIS FILOGENÉTICO VÍA PATERNA DE NUEVE ETNIAS DE MÉXICO

Rodrigo Rubi-Castellanos,<sup>\*,\*\*†</sup> Mayra Elizabeth García-Aceves,<sup>\*,†</sup> José Alonso Aguilar-Velázquez,<sup>\*</sup> Gabriela Martínez-Cortés,<sup>\*</sup> Nuño-Arana Ismael<sup>\*</sup> y Héctor Rangel-Villalobos<sup>\*,†</sup>

*\*Instituto de Investigación en Genética Molecular, Universidad de Guadalajara (CUCiénega-UdeG), Guadalajara, México.*

*\*\*Laboratorio de Genética, Centro de Investigaciones Regionales 'Dr. Hideyo Noguchi', Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.*

*† Estos autores aportaron igualmente a este trabajo.*

### RESUMEN

Los marcadores bialélicos del cromosoma Y (CY), en su mayoría Y-SNPs, definen haplogrupos con un origen filogeográfico específico, mientras los Y-STRs definen haplotipos que permiten analizar cambios microevolutivos, como los observados entre poblaciones humanas. Por tal motivo, se analizaron 17 Y-STRs y siete Y-SNPs en 586 varones de nueve etnias de México. Se estimaron sus frecuencias alélicas y parámetros de diversidad, así como mestizaje paterno no-amerindio. Los haplogrupos Q1\*, Q1a3a1\* y C3\* se agruparon para definir el origen amerindio (86.2%), mientras R\* y Y\* definieron al europeo (11.6%) y DE\* al africano (2.1%), cuya antigüedad fue estimada. El linaje amerindio predominante fue Q1a3a1\* (65.1%), mientras que Q1\* destacó en tarahumaras, purépechas y mayas; sólo se observó el haplogrupo C3\* en mazatecos (18.9%). Los tarahumaras parecen constituir el asentamiento más antiguo del linaje Q1\* en México (~8 700 años), que se dispersó en Mesoamérica (~4 400 años) y posteriormente en mayas (~2 900 años). La presencia de C3\* en mazatecos indica un proceso migratorio particular, más reciente y seguido de un “enquistamiento” posterior, ya que no se detectó en ninguna otra etnia ( $n = 586$ ) ni previamente en mestizos ( $n = 659$ ). La limitada diversidad genética en lacandones evidenció procesos de deriva génica. Se concluye una heterogeneidad genética vía paterna entre

etnias mexicanas, cuyos vínculos genéticos no se correlacionan con criterios lingüísticos ni geográficos.

PALABRAS CLAVE: cromosoma Y, etnias mexicanas, linajes paternos, Y-STRs, Y-SNPs.

### ABSTRACT

Biallelic loci of the Y-chromosome, mostly Y-SNPs, define haplogroups with specific geographic origin. Conversely, Y-STRs determine haplotypes that describe microevolutionary changes such as those observed in human populations. For this reason, 18 Y-STRs and seven Y-SNPs were analyzed in 586 males from nine Mexican ethnic groups. The haplogroups Q1\*, Q1a3a1\* and C3\* were grouped to define the Amerindian origin (86.2%), while R\* and Y\* defined the European (11.6%), and DE\* indicated the African ancestry (2.1%); in addition, their ages were estimated. The predominant lineage was Q1a3a1\* (65.1%), while Q1\* was frequent in Tarahumaras, Purépechas and Mayas, only haplogroup C3\* was observed in Mazatecos (18.9%). Among the studied populations, the first arriving of Q1\* in Mexico was probably in Tarahumaras (~8 700 ybp), followed by a general Mesoamerican dispersion (~4 400 ybp), and in Mayas (~2 900 ybp). The exclusive presence of C3\* in Mazatecos suggest a recent gene flow event. However, probably C3\* was cystic in that geographic region because was not detected in any other ethnic group ( $n= 586$ ) or previously in Mestizos ( $n= 659$ ). The limited genetic diversity and differentiation of Lacandones suggested genetic drift effects. Finally, paternal genetic heterogeneity was observed among ethnic groups, whose genetic relationships are not correlated with linguistic neither with geographic criteria.

KEYWORDS: Y-chromosome, Mexican Amerindians, paternal lineages, Y-STRs, Y-SNPs.

### INTRODUCCIÓN

La región no recombinante del cromosoma Y (CY) representa uno de los sistemas uniparentales más informativos dada su naturaleza varón-específica, y por tener polimorfismos con diferentes tasas de mutación para indagar escenarios evolutivos a diferentes escalas de tiempo. Los marcadores genéticos del CY pueden ser bialélicos, como los Y-SNPs, los que por su baja tasa de mutación pueden relacionarse con un origen geográfico, mientras que los Y-STRs representan marcadores multialélicos, los cuales aportan la variabilidad dentro de los haplogrupos (Knijff

2000). El análisis conjunto de haplogrupos (Y-SNPs) y haplotipos (Y-STRs) permite inferir los componentes de mezcla (europeo, africano, amerindio y asiático), la antigüedad de haplogrupos en la población y la relación genética entre poblaciones.

Hasta la fecha han sido identificados dos linajes o haplogrupos fundadores de América: C y Q (Zegura *et al.* 2004; Karafet *et al.* 2008; Bortolini *et al.* 2003). El haplogrupo C está restringido al Norte de América, mientras que el Q se encuentra en casi todo el continente. Algunos estudios han demostrado que en América Central y América del Sur los haplogrupos que caracterizan a la mayoría de los nativos americanos modernos son los linajes Q1a3a1a-M3 y Q1a3a1-L54 (Bailliet *et al.* 2009; Battaglia *et al.* 2013); mientras tanto, C3b-P39 es el subclado más frecuente derivado del haplogrupo C (Zegura *et al. op. cit.*). Por otro lado, aunque el haplogrupo C3\* (C-M217) es frecuente en Asia Central, Oriental y Nororiental, este haplogrupo está ausente en el Norte de América (excepto en Alaska [Schurr *et al.* 2012]). Sin embargo, recientemente fueron identificados cuatro individuos del Noroeste del América del Sur (Geppert *et al.* 2011) y en grupos nativos de Ecuador (Kichwa y Waorani, 26 y 7.5%, respectivamente) (Roewer *et al.* 2013). Además, en un estudio posterior, se identificó que el mestizaje vía paterna de las poblaciones nativas de Ecuador (Mezzavilla *et al.* 2015) fue el resultado de migraciones desde Japón (u otra población asiática) antes de los 6 000 años.

En México, las dos principales áreas culturales y geográficas de los nativos americanos son: Aridoamérica (noreste y península de Baja California) y Mesoamérica (centro a sureste) (Rangel-Villalobos *et al.* 2016; Sandoval *et al.* 2012; Barrot *et al.* 2007; Paez-Riberos *et al.* 2006; Kemp *et al.* 2010). En estudios previos que involucraron a grupos étnicos de estas dos áreas principales con marcadores de CY, se obtuvieron las siguientes conclusiones: i) se evidenciaron dos procesos evolutivos prehispánicos diferentes, con una tasa de migración más alta en Mesoamérica que en los grupos aislados de La Sierra Madre (Huichol y Tarahumara) (Rangel Villalobos *et al.* 2008); ii) heterogeneidad genética entre diferentes regiones con diferente frecuencia de haplogrupos Q-M242 (Q\*) y Q-M3 (Q1a3a1); iii) diferenciación clara entre los grupos étnicos del Norte con respecto a estos de Mesoamérica y el resto del continente y se planteó la hipótesis de que México podría haber sido una zona de transición en la diversificación de los linajes paternos durante el asentamiento de América del Sur (Sandoval *et al. op. cit.*), y

*iv*) no se encontró correlación entre la afiliación lingüística y la diversidad geográfica del cromosoma Y dentro de los grupos amerindios de México, lo que sugiere un poblamiento rápido y la posterior evolución en pequeños grupos (Sandoval *et al. op. cit.*). Además, en otro estudio sobre el cromosoma Y en grupos étnicos mexicanos, se ha descrito un origen dual de los huicholes y un vínculo entre algunas relaciones genéticas con la afiliación lingüística (Páez-Riberos *et al. op. cit.*).

El objetivo principal de este trabajo fue analizar grupos étnicos de México con marcadores del CY, incluyendo un mayor número de Y-SNP para mejorar la resolución utilizada en otros trabajos y aumentar la probabilidad de encontrar haplogrupos no reportados previamente. También fueron incluidas poblaciones de referencia de los principales estudios llevados a cabo en grupos amerindios de México y poblaciones de América del Norte y del Sur. Analizamos siete Y-SNPs y 17 Y-STRs en 586 individuos de los siguientes nueve grupos étnicos de México: maya peninsular, maya de Chiapas, lacandón, mazateco, nahua de Puebla, nahua de Jalisco, purépecha, huichol y tarahumara. Estas poblaciones pertenecen a cuatro familias lingüísticas diferentes según la clasificación lingüística propuesta por Swadesh *et al.* 1959 (macronahua, macromaya, tarasco y macromixteca). Particularmente, en este trabajo nos enfocamos en describir lo siguiente: *i*) diversidad genética; *ii*) mestizaje vía paterna; *iii*) relaciones genéticas, y *iv*) estructura de la población bajo diferentes criterios (lingüístico, geográfico y cultural).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Muestra*

Fueron analizados 586 varones de nueve grupos étnicos (cuadro S1 y figura 1). Los grupos mayas de los tres estados de la península de Yucatán fueron agrupados; similarmente, se designó a tzotziles, tzeltales y tojolobales como mayas de Chiapas con base en su afiliación lingüística y cercanía geográfica para evitar sesgos en las estimaciones por tamaños de muestra poblacional pequeños. Para realizar algunas evaluaciones, se agregaron datos de diferentes grupos étnicos con fines comparativos y de discusión, principalmente los reportados por Kemp *et al. (op. cit.)* y Sandoval *et al. (op. cit.)*, los que se describen en cada caso. El anonimato de los voluntarios incluidos en este estudio se conservó en todo momento.

Todos los individuos aceptaron voluntariamente ser incluidos en el estudio y firmar un consentimiento informado. El proyecto fue aprobado por el Comité de Investigación Ética del Centro Universitario de la Ciénega, de la Universidad de Guadalajara.



Figura 1. Representación gráfica del origen geográfico y tamaño de muestra de las diferentes etnias mexicanas incluidas en el estudio.

### Genotipificación

Se extrajo el DNA por el método salino o extracción a partir de papel FTA con sangre o saliva mediante el método de Chelex. Se genotipificaron 17 Y-STRs de acuerdo con las condiciones de un reporte previo (Butler *et al.* 2002). Para los Y-SNPs se utilizaron dos conjuntos de *primers* para las dos PCR multiplex y detección por SNaPshot (Brion *et al.* 2005), que permitieron describir los haplogrupos más frecuentes en amerindios. Para el linaje Q fueron diseñados pares de *primers* para P36, M242 y M3, y analizamos M217 para C3\* y P39 para C3b (Geppert *et al. op. cit.*). El locus M207 (haplogrupo R\*), y la indel YAP (haplogrupo DE\*), se incluyeron para detectar mestizaje paterno europeo y africano, respectivamente (ver discusión). La PCR multiplex se llevó a cabo en un volumen de 10  $\mu$ L con

1 a 2 ng de DNA y de 5  $\mu$ L para la reacción SBE (SNaPshot) que incluyó producto purificado con las enzimas ExoSAP IT y/o SAP. Los perfiles genéticos se obtuvieron en analizadores genéticos ABI Prism™ 310 y 3130. Los resultados se analizaron con el programa GeneMapper v3.2.

#### *Análisis de datos*

*Y-SNPs.* Se estimó la frecuencia de los haplogrupos empleando la nomenclatura acorde con el YChromosome Consortium (YCC) (2002). Las proporciones de la mezcla en los grupos amerindios se estimaron en función de la presencia del linaje europeo y africano. Se realizaron pruebas de homogeneidad para comparar la similitud del mestizaje vía paterna entre poblaciones. *Y-STRs.* Para estimar la diversidad, relaciones genéticas y patrones de estructura solo se consideraron los haplotipos de los varones con haplogrupos nativos americanos para minimizar las diferencias entre los grupos debido al mestizaje paterno. *Análisis intrapoblacional.* Se determinaron las frecuencias alélicas y haplotípicas por el método de conteo o *gene counting* (Nei 1987), además de: 1) el número de haplotipos diferentes por población; 2) la capacidad discriminatoria (número de haplotipos diferentes entre el total de haplotipos); 3) el promedio de diferencias pareadas (promedio de mutaciones ocurridas desde el tiempo de divergencia entre pares de haplotipos); 4) el promedio de diversidad genética ( $h = 1 - \sum x_i^2$ ) para los 17 Y-STRs analizados, y 5) la diversidad haplotípica ( $D = 1 - \sum x_i^2$ ) (Nei *op. cit.*); donde las *h* representan las frecuencias alélicas (*h*) y haplotípicas (*D*), respectivamente.

*Análisis interpoblacional.* Se analizaron las relaciones genéticas de la siguiente forma: 1) haplotipos compartidos entre poblaciones; 2) distancias genéticas  $F_{ST}$  con sus valores de significancia (*p-value*) considerando las poblaciones descritas en el cuadro S1; 3) representación gráfica de distancias genéticas por escalamiento multidimensional (MDS), y 4) redes de haplotipos, con base en los algoritmos Reduced Median (RM) y Median Joining (MJ) cuyas conexiones superfluas se purgaron con el algoritmo de máxima parsimonia (MP). Se identificó el nodo ancestral para precisar la edad de cada mutación, considerando un tiempo generacional de 35 años y una tasa mutacional de  $2.0 \times 10^{-3}$  (Jobling *et al.* 2004). Se emplearon los programas Arlequin 3.5.1.2 (Excoffier *et al.* 2005), GDA 1.0 (Lewis y Zaykin 2001), TreeView (Page 1996), SPSS 10.0 para Windows, y Network 4.5.1.6 (Bandelt *et al.* 1999). *Estructura poblacional.* Los posibles escenarios de diferenciación o estructura genética fueron evaluados con las siguientes pruebas: 1) correlación entre la distancia

genética y geográfica por la prueba de Mantel y por autocorrelación espacial con el programa AIDA (Bertorelle *et al.* 1995); 2) análisis molecular de la varianza (AMOVA), para evaluar la relación entre los grupos amerindios de México, de acuerdo con su agrupación lingüística (clasificación lingüística propuesta por Swadesh *et al. op. cit.*) y regiones geográficas (agrupamos en cinco regiones de acuerdo con su ubicación geográfica) (véase cuadro S1); 3) AMOVA que incluye datos de haplotipos de 47 grupos nativos diferentes de América del Norte y del Sur descritos en el cuadro S2; 4) análisis espacial de la varianza molecular (SAMOVA) para determinar la mejor agrupación de poblaciones según su información genética y geográfica (Dupanloup *et al.* 2002); 5) el número efectivo de migrantes ( $N_m$ ) fue estimado conforme a la fórmula para los marcadores uniparentales:  $N_m = (1/GST)^{-1}$  (Nei 1987; Bortolini *et al.* 2002). Para las pruebas SOMOVA, AIDA y Mantel, se utilizaron las referencias geográficas del cuadro S1. La distancia geográfica entre poblaciones (km) se estimó con un programa en línea (<http://williams.best.vwh.net/gccalc.htm>). Para las comparaciones entre los grupos nativos mexicanos descritos en el cuadro S1, se incluyó información para nueve Y-STRs (DYS19, DYS389I/II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, DYS438, DYS439) que representan el haplotipo mínimo europeo, mientras que para la comparación de América del Norte y América del Sur (cuadro S2) se incluyeron datos de siete Y-STR (DYS19, DYS389I/II, DYS390, DYS391, DYS392 y DYS393). Para la selección del número de marcadores que se incluyeron para las comparaciones entre poblaciones se siguieron dos criterios: *i*) disponibilidad de los datos (para América del Norte sólo se disponía de una base de datos con siete YSTRs); *ii*) mientras que para el resto de comparaciones se optó por incluir sólo los marcadores del haplotipo mínimo europeo para facilitar la interpretación de los datos, ya que incluir los 17 YSTRs aumentaría la variabilidad de los haplotipos en las poblaciones, lo que dificultaría la interpretación antropológica.

## RESULTADOS

*Y-STRs.* De los 586 varones analizados, se observaron 374 sujetos de origen amerindio con información para al menos uno de sus Y-STRs. Los alelos Y-STRs modales y distribución corresponden con reportes previos (Bianchi *et al.* 1998; Bortolini *et al.* 2003; Zegura *et al. op. cit.*; Páez-Riberos *et al. op. cit.*), y que no se presentan aquí por limitaciones de espacio y lo poco que



aportan a la discusión antropológica. Para estimar la diversidad génica ( $h$ ) y haplotípica ( $D$ ) sólo se consideraron 247 varones con haplogrupo amerindio (Q1\*, Q1a3a\* o C3\*). Por población amerindia, los mazatecos exhibieron la mayor diversidad génica ( $62.7 \pm 36.6$ ). En el mismo sentido, el promedio de diversidad génica y las diferencias pareadas para lacandonos y mazatecos fueron los de menor y mayor valor, respectivamente. En cuanto a la diversidad haplotípica ( $D$ ), los nahuas de Puebla, purépechas y tarahumaras tuvieron valores del 100% (cuadro 1). No obstante, estos últimos presentaron el menor error estándar (0.8 vs. 2.7 a 6.3%), sugiriendo que en realidad los tarahumaras tienen la mayor diversidad entre las etnias muestreadas. Por el contrario, los lacandonos presentaron la  $D$  más baja con 62.1%. En cuanto a la capacidad discriminatoria, tarahumaras, nahuas de Puebla y purépechas presentaron valores del 100%, mientras los lacandonos presentaron el valor más bajo (25%) (cuadro 1).

*Y-SNPs.* De los 586 varones analizados, sólo se obtuvo el haplogrupo en 559 individuos y se identificaron seis linajes diferentes: *i*) C3\* (M217); *ii*) Q1\* (P36); *iii*) Q1a3a1\* (M3); *iv*) R\* (M207); *v*) DE\* (indel YAP), y *vi*) Y\*, representando haplogrupos no-amerindios pero de origen indefinido. Ningún CY presentó el haplogrupo C3b (P39) y Q\*, este último caracterizado por el Y-SNP M242 sin mutaciones derivadas para P36 (Q1\*) o M3 (Q1a3a1\*) (cuadro 2; figura 2). El haplogrupo Q1a3a1\* representó 65.1% de los CY de las etnias mexicanas, con huicholes (94%) y lacandonos (91.3%) con la proporción más alta, y tarahumaras con la más baja (32%). Por el contrario, en tarahumaras el haplogrupo predominante fue Q1\* (43%), una mutación que antecede a Q-M3\* (ver figura 2) y que se constituyó como el segundo haplogrupo más frecuente para los AmMx (19.9%). Por otro lado, los mazatecos fueron los únicos que exhibieron el haplogrupo C3. En cuanto a los haplogrupos de origen no amerindio, sólo el R\* obtuvo frecuencias superiores a 10% entre algunas etnias mexicanas, como los nahuas de Puebla (17.4%) y tarahumaras (16%).

#### *Mestizaje paterno*

Los haplogrupos Q1\*, Q1a3a1\* y C3\* se agruparon para definir el origen amerindio, mientras R\* e Y\* definieron al europeo, y DE\* al africano (figura 2, cuadro 2). Los mazatecos tuvieron 100% de CY amerindios. El mayor mestizaje europeo vía paterna lo presentaron tarahumaras, nahuas

*Cuadro 1.* Índices de diversidad haplotípica (D) con base en 17 Y-STRs para nueve grupos étnicos de México

Etnia	Haplotipos diferentes	Capacidad discriminatoria	Promedio de diferencias pareadas	Promedio de diversidad génica	Diversidad haplotípica
	n	%	p	% ± DE	% ± DE
Maya Peninsular n= 82	50	61.0	7.9 ± 3.7	43.7 ± 22.7	95.3 ± 1.6
Maya de Chiapas n=17	15	88.2	8.1 ± 4.0	47.6 ± 26.0	98.5 ± 2.5
Lacandón n= 20	5	25	3.6 ± 1.9	19.9 ± 11.8	62.1 ± 10.8
Mazateca n= 8	7	87.5	10.0 ± 5.1	62.7 ± 36.6	96.4 ± 7.7
Nahua de Puebla n= 14	14	100	6.1 ± 3.1	38.3 ± 21.8	100
Nahua de Jalisco n= 24	20	83.3	7.4 ± 3.6	43.6 ± 23.5	98.2 ± 1.8
Purépecha n= 8	8	100	6.7 ± 3.5	44.8 ± 26.9	100
Huichol n= 39	20	51.3	6.4 ± 3.1	35.6 ± 19.2	87.9 ± 4.1
Tarahumara n= 33	33	100	7.6 ± 3.6	47.5 ± 25.3	100

de Puebla y mayas peninsulares, con 22, 21.7 y 16.5%, respectivamente. El aporte africano fue el menor de los orígenes detectados (2.1%).

#### *Redes de haplotipos*

Para cada red se agruparon a todos los individuos del cuadro S1 por haplogrupo amerindio (C3\*, Q1\* y Q1a3a\*) y con el perfil completo (sin datos perdidos) para nueve Y-STRs. Para cada haplogrupo se determinó el haplotipo ancestral de acuerdo a los alelos Y-STRs modales; cada haplotipo

Cuadro 2. Distribución de haplogrupos del cromosoma Y detectados, así como mestizaje en las distintas etnias mexicanas analizadas

	Mayas Peninsulares	Mayas de Chiapas	Lacandón	Mazatecos	Nahua Puebla	Nahua Jalisco	Purépecha	Huichol	Tarahumara <sup>1</sup>	AmMx <sup>2</sup>
Haplogrupo (Y-SNP)	n= 121	n= 48	n= 23	n= 37	n= 23	n= 72	n= 48	n= 84	n= 100	n= 559
Q1* (P36)	0.273	0.229		0.108		0.028	0.333	0.024	0.430	0.199
Q1a3a* (M3)	0.537	0.708	0.913	0.703	0.739	0.861	0.542	0.940	0.320	0.651
R* (M207)	0.099	0.021	0.087		0.174	0.069	0.021	0.012	0.160	0.075
C3* (M217)				0.189						0.013
DE* (YAP)	0.025	0.021			0.043		0.042	0.024	0.030	0.021
Y*	0.066	0.021			0.043	0.042	0.063		0.060	0.041
Mestizaje										
Origen	n= 121	n= 48	n= 23	n= 37	n= 23	n= 72	n= 48	n= 84	n= 100	n= 559
Amerindio	0.810	0.938	0.913	1.000	0.739	0.889	0.875	0.964	0.750	0.862
Europeo	0.165	0.042	0.087		0.217	0.111	0.083	0.012	0.220	0.116
Africano	0.025	0.021			0.043		0.042	0.024	0.030	0.021

<sup>1</sup> Se incluyeron: dos guajiros (uno Q1a3a\* y otro Y\*), dos pinas (ambos Q1a3a\*) y dos tephuanes (ambos Q1a3a\*).

<sup>2</sup> En amerindios mexicanos (AmMx) se incluye un apache (Y\*), un mixteco (Q1a3a\*) y un tlapaneco (Q1a3a\*) muestreados en comunidades indígenas.

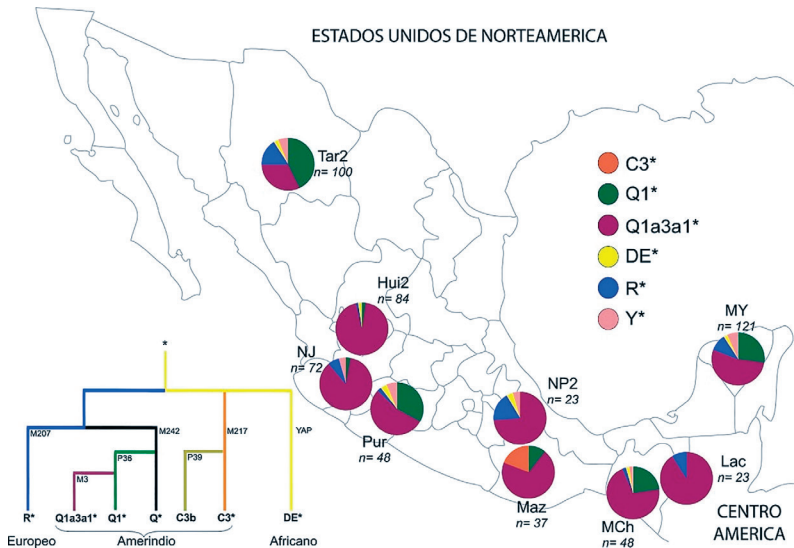


Figura 2. Distribución geográfica y de frecuencia de los distintos haplogrupos del cromosoma Y en nueve grupos étnicos mexicanos. A la izquierda las relaciones y el origen de los haplogrupos que se estudiaron, con los marcadores que caracterizan a cada uno.

estuvo precedido por la letra A y diferenciado por un número. Se obtuvieron un total de 327 haplotipos completos que incluyen 210 haplotipos diferentes distribuidos de la siguiente manera: 1) 164 Q1a3a1\* (M3); 2) 44 Q1\* (P36); y 3) dos C3\* (M217). Para C3\* no se pudo generar una red de haplotipos por el limitado número de cromosomas con haplogrupo completo. La red de haplotipos de Q1a3a1\* formada por 164 cromosomas se caracteriza por su complejidad para obtener información antropológica relevante, razón por la cual no se presenta. Sin embargo, cabe señalar que el haplotipo A94 de origen mixteco fue el nodo central, constituido por los mismos alelos modales descritos previamente en amerindios (Páez-Riberos *et al. op. cit.*; Bianchi *et al. op. cit.*), y destaca la cercanía entre haplotipos coras y huicholes, relacionados lingüísticamente. La edad de la red Q1a3a1\* se estimó en  $16\ 041.7 \pm 6\ 356.7$  años.

En la red del linaje Q1\* destacaron por su alta frecuencia los nodos A6 y A17 (figura 3). Sin embargo, A17 se consideró como nodo central por su posición y porque de él derivan las tres ramas principales; se caracteriza por la alta presencia de mayas peninsulares (Bandelt *et al. op.*

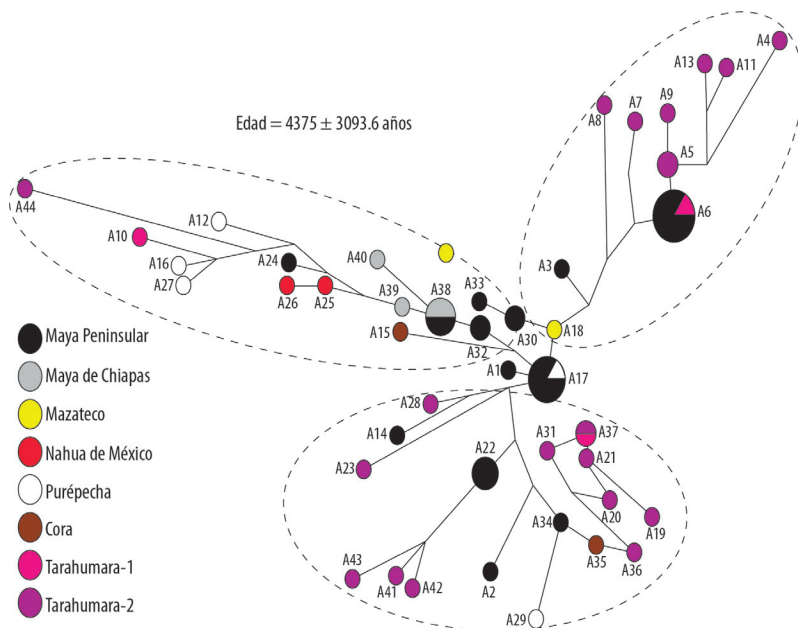


Figura 3. Rede de haplotipos Y-STRs del haplogrupo Q1\*. El tamaño de los círculos corresponde con su frecuencia. Los óvalos grandes punteados indican las tres ramas principales derivadas del haplotipo A17 definido como nodo central por su frecuencia y posición de la que derivan tres ramas principales de la red.

*cit.*). El tiempo estimado de aparición de la red del linaje Q1\* es  $4\,375 \pm 3\,093.6$  años. Se generó una red para haplotipos Q1\* con las dos etnias más diversificadas, tarahumaras y grupos mayas, que indicaron que este linaje ha permanecido aproximadamente tres veces más tiempo en tarahumaras respecto a los grupos mayas ( $8\,750$  vs.  $2\,916.7$  años) (figura 4).

### Distancias genéticas

Los lacandones, huicholes-2 y pimas representaron los grupos nativos americanos más diferenciados en comparaciones pareadas (datos no presentados), así como en el gráfico MDS (figura 5A) y el árbol NJ (datos no presentados). Sin embargo, es posible observar una relación genética más cercana de los grupos étnicos mexicanos con los grupos de Estados Unidos, con respecto a los de América del Sur (figura 5B). En los árboles de NJ se observa que el Tar-2 tiende a asociarse tanto con el maya penin-

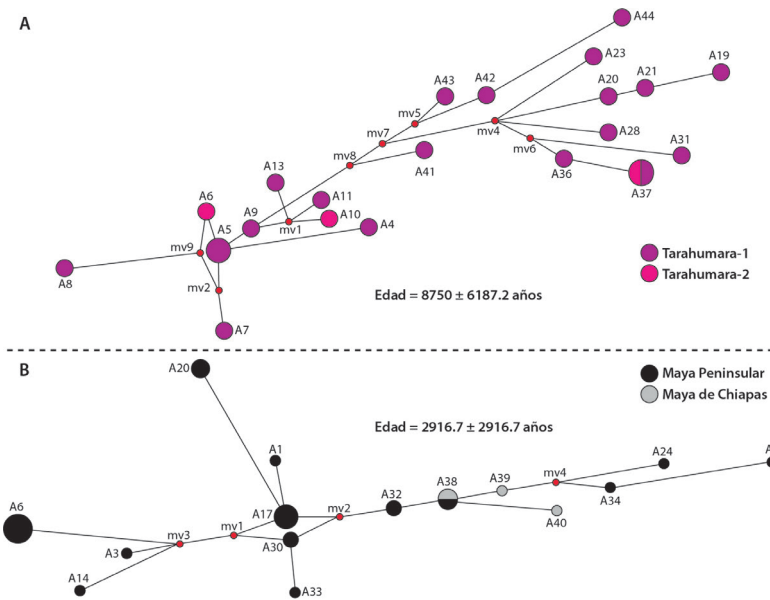


Figura 4. Red de haplotipos de Q1\* entre A) tarahumaras y B) mayas. El tamaño de los círculos se corresponde con su frecuencia. Se indican las edades estimadas para ambas redes, donde la edad de Q1\* en tarahumaras aumenta más del doble respecto a la de mayas.

sular como con los purépechas, así como también con una cercanía entre el Huichol-1, el Cora y el Tar-1 (datos no mostrados).

*Estructura poblacional (AMOVA, SAMOVA, AIDA).* La estimación general, sin agrupaciones, indicó una variación significativa ( $p = 0.0000$ ) entre ( $F_{ST} = 4.30\%$ ) y dentro ( $F_{IT} = 95.70\%$ ; cuadro 3) de las 21 poblaciones mexicanas. Al realizar la prueba agrupando poblaciones según criterios lingüísticos, no obtuvimos grupos de población consistentes; estos son aquellos en los que la diferenciación entre los grupos es significativa ( $F_{CT}, p < 0.05$ ), pero sin diferenciación entre las poblaciones dentro del mismo grupo ( $F_{SC}, p > 0.05$ ). Luego, al realizar la prueba según criterios geográficos, no se observaron grupos de población consistentes. El AMOVA, incluidos los 68 grupos amerindios (cuadro 3) mostró la misma conclusión, sin agrupaciones geográficas coherentes. El total estimado sin agrupaciones, indicó una variación significativa ( $p = 0.000$ ) entre ( $F_{ST} = 12.02\%$ ) y dentro de los grupos ( $F_{IT} = 87.98\%$ ) en las 68 poblaciones mexicanas descritas en los cuadros S1 y S2.

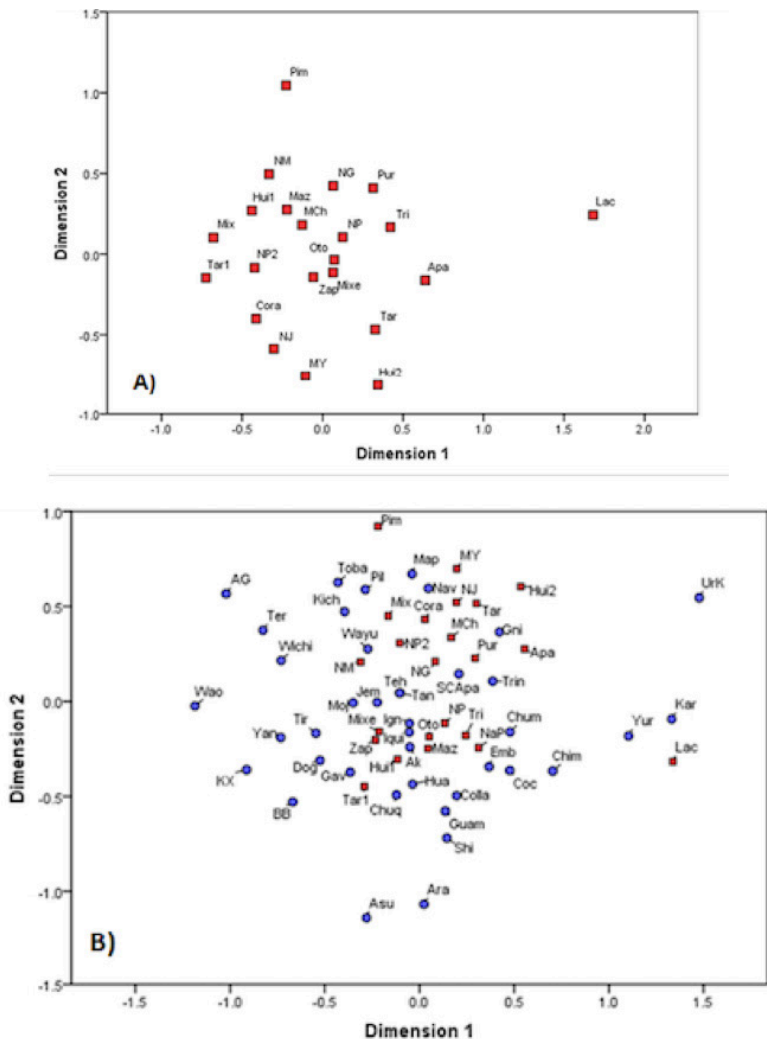


Figura 5. Representación gráfica de distancias genéticas por escalamiento multidimensional (MDS) entre: A) 21 grupos indígenas de México y, B) 21 grupos indígenas de México más 47 de América (ocho de Estados Unidos y 39 de América del Sur).

*Cuadro 3.* Prueba de AMOVA para evaluar los diferentes niveles de la estructura de la población en grupos étnicos de México y América del Norte y Sur agrupados por criterios geográficos, culturales y lingüísticos

	Número de poblaciones	Número de grupos	Dentro de las poblaciones Fit (%)	Entre poblaciones Fst (%)	Poblaciones dentro de los grupos Fsc (%)
Grupos étnicos de México	21	1	95.70; $p = 0.0000$	4.30; $p = 0.0000$	—
Regiones geográficas <sup>1</sup>	21	5	95.77; $p = 0.0000$	-0.45; $p = 0.83382$	4.68; $p = 0.0000$
Aridoamérica vs Mesoamérica	21	2	95.63; $p = 0.0000$	0.12; $p = 0.40762$	4.26; $p = 0.0000$
Grupos Macro lingüísticos <sup>1</sup>	21	4	95.66; $p = 0.0000$	-0.78; $p = 0.81623$	4.82; $p = 0.0000$
Macro-Nahua vs Macro-Maya	15	2	95.18; $p = 0.0000$	-0.96; $p = 0.78397$	5.78; $p = 0.0000$
Macro-Nahua vs Macro-Mixteco	16	2	97.12; $p = 0.0000$	0.51; $p = 0.38710$	2.37; $p = 0.0000$
Macro-Mixteco vs Macro-Maya	9	2	92.86; $p = 0.0000$	-1.79; $p = 0.62170$	8.93; $p = 0.0000$
Grupos étnicos de América <sup>2</sup>	68	1	87.98; $p = 0.0000$	12.02; $p = 0.0000$	—

<sup>1</sup>Ver clasificación en el cuadro S1.

<sup>2</sup>Ver clasificación en el cuadro S2.



Para el SAMOVA se incluyeron 13 etnias descritas en el cuadro S1, con datos de su latitud y longitud. Este análisis permitió la separación secuencial de las etnias más diferenciadas (Lac, Hui2, NM y Maz) del resto de etnias mexicanas, mas no se obtuvo un agrupamiento poblacional consistente (datos no mostrados). En general, fue evidente una falta de agrupación de las etnias mexicanas con base en criterios genéticos-geográficos. Por último, no se obtuvo una correlación significativa entre la distancia genética y geográfica ( $r^2 = 0.0366$ ,  $p = 0.1850$ ), lo cual tampoco fue evidente con el programa AIDA; los pocos valores significativos en el patrón de diferenciación entre las etnias mexicanas (3/11) es indicativo de que la relación se explica más bien por el azar.

## DISCUSIÓN

Aunque existen varios estudios en los grupos amerindios mexicanos donde se analizaron los marcadores del CY (Paez-Riberos *et al. op. cit.*; Rangel-Villalobos *et al.* 2008; Kemp *et al. op. cit.*; Sandoval *et al. op. cit.*), este estudio representa el mayor esfuerzo hasta la fecha en términos del número de poblaciones analizadas y la resolución empleada. Cabe señalar que no se discuten a profundidad diferentes estimaciones descriptivas (frecuencias alélicas, diversidad alélica, diversidad de haplotipos, etc.) tanto por limitaciones de espacio como para darle prioridad a la discusión y a las inferencias antropológicas por linaje amerindio y por grupo étnico, como mestizaje vía paterna, diferenciación y estructura poblacional. En cuanto a las edades estimadas de los haplogrupos, aunque son congruentes con estimaciones previas con el cromosoma Y (Bortolini *et al.* 2003; Zegura *et al. op. cit.*), estos valores deben tomarse con cautela por las grandes desviaciones estándar (figura 4), evidenciando la dispersión y heterogeneidad de los datos.

*Mestizaje paterno.* El mestizaje detectado vía paterna en las etnias fue primordialmente europeo 11.6% (Y\* y R\*), seguido del africano 2.1% (DE\*) (cuadro 2). Sobre los linajes Y\*, en realidad indiferenciados, podría tratarse de los haplogrupos I\* y J\*, con una frecuencia importante en la península Ibérica (>10%) (Brion *et al.* 2004) y previamente reportados en grupos nativos de América (I\* = 1.7%, J\* = 0.5%) (Zegura *et al. op. cit.*). Aunque otra posibilidad es que representen una ancestría asiática, es menos probable

dada la baja frecuencia de este origen en el componente genético del mexicano (Silva-Zolezzi *et al.* 2009). En este sentido, se ha advertido que el aporte genético europeo en mestizos fue preponderantemente otorgado por varones, con escasa participación de mujeres europeas (Wang *et al.* 2008). Pensamos que se puede explicar –al menos en parte– el elevado mestizaje vía paterna detectado en tarahumaras (25%), similar a lo observado previamente (Rangel-Villalobos *et al.* 2008), por cuatro hechos principales: *i*) el influjo de extranjeros durante el auge de la actividad minera en Chihuahua (siglos XVII, XIX y XX), *ii*) el incremento de la explotación forestal, *iii*) la construcción del ferrocarril Kansas City, y *iv*) la menor densidad poblacional de indígenas en Aridoamérica respecto a Mesoamérica (Pintado-Cortina 2004). Por su parte, el mestizaje paterno apreciable en nahuas de Puebla (26%), podría relacionarse con el hecho de que este estado representó, en su momento, el segundo centro poblacional de la Nueva España (Báez 2004). En el caso de los mayas (19%), dos factores parecen justificar estos valores de mestizaje vía paterna: *i*) la conglomeración de indígenas alrededor de Campeche y Mérida de dominio europeo, y *ii*) el decaimiento de la población maya a una quinta parte por el conflicto de la Guerra de Castas (Baños-Ramírez 2006). En cuanto a la ancestría africana, nuestros resultados no evidenciaron un aumento significativo de este componente en las etnias de regiones consideradas como importadoras de esclavos, por ejemplo la península de Yucatán (2.5%) (Aguirre-Beltrán 1985; Lisker *et al.* 1996; Gorodezky *et al.* 2001; Douglas-Price *et al.* 2006) respecto a grupos del centro (nahuas, 4.3%), occidente (purépechas, 4.2%) y norte de México (tarahumaras, 3.0%). En general, los resultados mostraron heterogeneidad en el nivel de mestizaje vía paterna entre las etnias mexicanas, en concordancia con lo previamente propuesto por Bonilla *et al.* (2005), donde también predominó la integración de CY europeos a los grupos indígenas de Guerrero. Cabe mencionar que para tener un panorama completo del proceso de mestizaje de las poblaciones humanas, es necesario incluir marcadores del DNA mitocondrial (linaje materno) y autosómicos que ofrezcan un panorama genómico como el realizado por Moreno-Estrada *et al.* (2014).

*Linaje Q1a3a\**. La edad estimada para este haplogrupo fue  $16\ 041.7 \pm 6\ 356.7$  años, lo que concuerda con estudios arqueológicos previos y del CY (Bortolini *et al.* 2003; Zegura *et al. op. cit.*; Páez-Riberos *et al. op. cit.*).

Cabe recordar los datos del mtDNA (contraparte materna al CY) que sugieren un aislamiento o “incubación” de por lo menos 7 a 15 mil años en Beringia, tiempo en el que los paleoamericanos se diferenciaron del pool genético asiático y aparecieron los haplogrupos amerindios, seguido de una rápida expansión de los nuevos colonizadores hace ~ 16 000 años (Tamm *et al.* 2007; Fagundes *et al.* 2008; Mulligan *et al.* 2008). Desde el punto de vista paterno, nuestros resultados en etnias mexicanas permiten concluir que la gran mayoría de linajes que migraron hasta Mesoamérica fueron diferenciados (Q1\* y Q1a3a\*), similar al “incubamiento” descrito para el mtDNA, ya que no se detectó el linaje ancestral asiático Q\* (M242) en ninguno de los 559 varones analizados en las etnias mexicanas, y de acuerdo con descripciones previas en poblaciones de Asia (Beringia) y América (Bortolini *et al.* 2003; Zegura *et al.* op. cit.; Karafet *et al.* 2008). Es decir, nuestros resultados apoyan la hipótesis de incubamiento en Beringia, pero del lado paterno (CY). Sin embargo, cabe señalar dos limitaciones de nuestro trabajo en este sentido: 1) ya que no examinamos M45, algunos varones Y\* podrían tener el haplogrupo asiático ancestral P\*, aunque su frecuencia sería baja considerando que se estimó en 1.06% en 659 mestizos mexicanos (*dato no publicado*), y 2) la posibilidad de que los varones Q1\* (P36) realmente constituyan linajes derivados como Q1a\* (MEH2), Q1a3\* (M346) o Q1a31-L54. Aunque la dispersión en América de Q1a\* se ha propuesto recientemente (Jota *et al.* 2011), es más probable que los hombres definidos aquí como Q1\* sean Q1a3 o Q1a3a\* de acuerdo con informes anteriores, donde se analizaron M346 y L54 (Bailliet *et al.* 2009; Bisso-Machado *et al.* 2011; Santana *et al.* 2014; Battaglia *et al.* 2013). Incluso se ha sugerido que la frecuencia de Q1a\* se limita a los actuales esquimales siberianos, mientras que Q1a3\* (M346) y Q1a3a\* (M3) habrían entrado juntos en el continente americano, considerando sus tiempos de divergencia (Malyarchuck *et al.* 2011).

*Linaje Q1\**. El menor tiempo de divergencia de Q1\* (4 375 años), respecto a su linaje derivado Q1a3a\* (16 041.7 años), indica un ingreso posterior del linaje Q1\* al territorio mexicano. Mientras en tarahumaras la red de Q1\* indicó una edad de 8 750 años, en mayas fue 2 917 años, un tiempo de aparición cerca de tres veces más reciente. Respecto al proceso de dispersión de Q1\*, la posición geográfica de los tarahumaras al noroeste del país parece haber jugado un papel clave en el flujo génico de este linaje, tanto

hacia Mesoamérica como a grupos del suroccidente de Estados Unidos. Al respecto se generan algunas consideraciones: *i*) El linaje Q1\* (P36) ha habitado por tiempo considerable el territorio tarahumara porque, posiblemente, representan el primer asentamiento de la ola migratoria caracterizada por Q1\* en México; *ii*) En tarahumaras, la dispersión de los haplotipos cercanos a A5 (presunto ancestral), y la presencia de haplotipos más diferenciados hacia el extremo de A19 (figura 4), sugiere una intromisión constante de cromosomas Q1\*, lo que corresponde con el gran dinamismo descrito sobre las relaciones entre el norte de México y suroccidente de Estados Unidos (Webster y Evans 2009). De hecho, se ha corroborado la presencia de linajes Q1a3\* (M346) (probablemente los Q1\* aquí obtenidos) en varones Sioux y Navajo (Bailliet *et al. op. cit.*); coincidentemente, en el cuadrante superior derecho de la figura 5-B se aprecian las etnias mexicanas con mayor proporción de Q1\* agrupadas con etnias de Estados Unidos, como los navajos. El efecto de lo anterior sería el aumento en el número de alelos y de diversidad haplotípica, como se observa en tarahumaras (cuadro 1); *iii*) A pesar de la mayor diversificación de haplotipos Q1\* tarahumaras, la posición central de los haplotipos mayas Q1\* sugiere que su dispersión en Mesoamérica pudo involucrar flujo génico de cromosomas Q1\* mayas; lo cual sería congruente con el desarrollo social y predominancia política de esta etnia en la época prehispánica (Fiedel, 1992); *iv*) la relación directa del haplotipo mazateco con dos mayas, reafirma la conexión biológica entre ambas poblaciones, previamente descrito en nuestra red Q1a3a\*, así como con el sistema HLA (Arnaiz-Villena *et al.* 2000); *v*) la relación biológica de los tarahumaras con grupos lingüística y culturalmente vinculados como coras y huicholes, previamente descrita (Páez-Riberos *et al. op. cit.*; Rangel-Villalobos *et al.* 2008; Rangel-Villalobos *et al.* 2016), se basó en un proceso de intercambio génico que involucró preferentemente a Q1a3a\*, en detrimento de Q1\*.

*Linaje C3\**. En América, sublinajes del haplogrupo C\*, tanto C3\* como C3b, se han relacionado con un proceso migratorio único al haber sido introducidos junto con Q1\* y Q1a3a\* al continente americano hace unos 17 000 años (Bortolini *et al.* 2003; Zegura *et al. op. cit.*; Geppert *et al. op. cit.*). Mientras el linaje más derivado C3b (P39) se ha descrito únicamente en Norteamérica (Zegura *et al. op. cit.*), el más antiguo C3\* (M217) sólo se ha observado en Sudamérica (Zegura *et al. op. cit.*; Geppert *et al. op. cit.*). Es notable que no se observe C3b

en grupos étnicos de México, particularmente los del norte, dada su cercanía con grupos de Norteamérica cuyos territorios serían un paso obligado considerando una vía norte-sur para el poblamiento de América. Sin embargo, un hallazgo significativo de este trabajo fue encontrar que sólo el grupo mazateco presentó el linaje C3\* en México, mostrando una alta frecuencia (18.9%), en comparación con 8 y 6% descrito en los wayu y waorani de América del Sur, respectivamente (Zegura *et al. op. cit.*; Geppert *et al. op. cit.*). Sin embargo, en un estudio previo se observó un linaje C3\* en 11 varones pertenecientes a los kichwa y tres waorani de Ecuador (América del Sur) con una frecuencia de 26 y 7.5%, respectivamente (Roewer *et al. op. cit.*). Esto podría explicarse por una ruta de dispersión diferente del linaje C3\* (es decir, sur-norte), posiblemente en un momento diferente de la gran mayoría de los haplogrupos nativos americanos, además se ha hipotetizado que la llegada tardía del haplogrupo C3\* en América del Sur fue por vía costera o por rutas trans-Pacífico (Roewer *et al. op. cit.*). Más recientemente, se excluyó una migración reciente de Asia oriental a Ecuador, y un mestizaje vía paterna ocurrido hace ~ 6 000 que fue identificado como la fuente probable de la aparición del haplogrupo C3 en Ecuador, por lo que se sugiere que dicho haplogrupo representa un linaje fundador raro que se perdió por deriva génica en otras poblaciones nativas de América (Mezzavilla *et al. op. cit.*). Por tanto, es necesario confirmar estos hallazgos en un mayor número de varones nativos de América para especificar el patrón de dispersión más probable del haplogrupo C3\*.

*Lacandones.* Se dedujeron de forma sólida procesos de deriva génica y efecto de fundador en esta etnia considerando lo siguiente: *i*) la presencia exclusiva de Q1a3a1\* en todos sus CY; *ii*) el menor número de alelos por etnias (36); *iii*) la baja diversidad génica (20.2%) y haplotípica ( $62.1 \pm 10.8\%$ ) (cuadro 1); *iv*) gran diferenciación genética (figura 5); y *v*) tamaño poblacional pequeño (~1 000 individuos) y aislamiento geográfico/cultural, lo que concuerda con los registros etnohistóricos que describen un surgimiento tardío de los lacandones en el contexto mesoamericano, a partir de mayas peninsulares y del Petén guatemalteco (Eroza-Solana 2006).

*Tarahumaras.* Aunque se ha descrito como un grupo aislado cultural (Pintado-Cortina *op. cit.*) y genéticamente (Rangel-Villalobos *et al.* 2000; 2008), nuestros resultados contrastan con esa conclusión, dado el elevado número de alelos para 17 Y-STRs (77 alelos) y de diversidad observados

( $D = 100 \pm 0.8$ ). Pensamos que esto se debe a la inclusión de un mayor número de varones de diferentes comunidades tarahumaras respecto al estudio anterior (96 *vs.* 20). Al respecto, se postuló la presencia elevada de otro haplogrupo amerindio en tarahumaras (Q\*, Q1\* ó C3\*) (Rangel-Villalobos *et al.* 2008), lo cual se confirmó en un reporte posterior (Kemp *et al. op. cit.*) y en este trabajo donde fue prevalente Q1\* (57.3%) (cuadro 2). Por otra parte, se estimó el tiempo de aparición de Q1\* en tarahumaras hace  $8\ 750 \pm 6\ 187.2$  años, lo que podría representar el tiempo en el que sus antecesores, “pretarahumaras”, se establecieron al norte de México para conformar los tarahumaras actuales.

*Huicholes-Coras.* La baja frecuencia del linaje Q1\* en huicholes y coras fue poco esperada, considerando su estrecha relación lingüística, cultural y genética con los tarahumaras (Rangel-Villalobos *et al.* 2000, 2008; Páez-Riberos *et al. op. cit.*) quienes presentaron la mayor frecuencia de Q1\* entre las etnias mexicanas (cuadro 2). Por un lado, estos resultados indican que el flujo génico de tarahumaras hacia coras y huicholes involucró preferentemente varones del linaje amerindio predominante Q1a3a\*, lo cual podría explicar sus similitudes genéticas actuales (figura 5); en consecuencia, el linaje Q1\* pudo eliminarse por un efecto fundador o deriva génica, o bien, el evento migratorio hacia coras y huicholes antecedió la dispersión del linaje Q1\* en Mesoamérica. Además, el aislamiento de los huicholes en la sierra pudo contribuir a diferenciarlos de sus allegados lingüísticos, los tarahumaras (Nelson 2009). Por otro lado, se ha argumentado un origen biparental vía paterna de los huicholes con base en la tradición oral y la presencia de dos fenotipos craneales distintos, así como dos agrupamientos de huicholes en una red de haplotipos para el linaje Q1a3a\* (Páez-Riberos *et al. op. cit.*). No obstante, nuestros hallazgos descartan el supuesto origen biparental vía paterna en esta etnia. En principio, parece más congruente definir orígenes parentales a partir de sus haplogrupos, lo cual no se hizo en el estudio previo porque sólo se contempló a M3 para definir el componente amerindio. En este sentido, sería más apropiado definir un origen biparental para los tarahumaras, purépechas y grupos mayas, quienes con muestras poblacionales más representativas demostraron la presencia de ambos linajes Q1\* y Q1a3a\* (figura 2). Inclusive, podría hablarse de un origen triparental de los mazatecos, quienes adicionalmente presentaron al linaje C3\*.

*Mayas.* En general, los resultados vía paterna obtenidos son similares tanto a los hallazgos genéticos descritos por marcadores autosómicos (Martínez-Cortés *et al.* 2010; Rangel Villalobos *et al.* 2016), como a los históricos que describen un dominio importante de los mayas en la península de Yucatán y Centroamérica, y por el intenso intercambio mercantil desde el Altiplano Central hasta Honduras (Díaz-Couder 2001). La presencia de Q1\* en sociedades mayas (peninsulares 33.7% y chiapanecos 24.4%) podría relacionarse con la influencia que recibieron de los teotihuacanos y olmecas (Jiménez-Moreno 1942; Webster y Evans *op. cit.*). La presencia de Q1\* en las sociedades mayas (33.7% peninsular y 24.4% chiapaneco) podría relacionarse con la influencia que recibieron del teotihuacano y del olmeca (Jiménez-Moreno *op. cit.*; Webster y Evans *op. cit.*). Sin embargo, otra explicación es que en realidad son haplogrupos derivados de Q1\*, porque recientemente se ha reportado la presencia de sólo haplogrupos Q1a3a1 y Q1a3a1a en diferentes poblaciones mayas de México y América Central (Pérez-Benedico *et al.* 2016).

*Purépechas.* En un reporte precedente los purépechas presentaron 93.8% del linaje Q1a3a\* (Rangel-Villalobos *et al.* 2008), por lo que no se esperaba detectar una alta frecuencia del segundo linaje amerindio Q1\* (38.1%). La integración de este linaje Q1\* a los purépechas pareciera relacionarse con su conformación a partir de tribus aborígenes de Michoacán de afiliación náhuatl, principalmente, además del influjo importante que recibieron de grupos chichimecas (cazadores-recolectores nómadas), aztecas (nahuas) y toltecas, provenientes ya sea de las siete cuevas de Chicomoztoc o lugares más lejanos, como el altiplano mexicano e inclusive del suroccidente de Estados Unidos (Kirchhoff 1956; Smith y Berdan 2003); esta naturaleza multiétnica sirvió para explicar la gran diversidad haplotípica observada en purépechas a partir del análisis de Y-STRs (Páez-Riberos *et al. op. cit.*), que ahora deducimos se basa en la presencia de dos linajes amerindios: Q1\* y Q1a3a1\* (figura 2). Por otro lado, el surgimiento tardío de los purépechas en el Posclásico (Michelet 2001) podría estar vinculado con la dispersión del linaje Q1\* en Mesoamérica, integrándose a los purépechas a partir de los chichimecas del norte o de los nahuas locales. La no-diferenciación de los purépechas con los nahuas (NP1 y NP2), más un haplotipo compartido entre ellos de la red Q1a3a\* (datos no mostrados) y su relativa cercanía genética (figura 5A), recuerdan los *Relatos de Michoacán* sobre

el origen nahua de esta etnia. Aunque los purépechas representaron el segundo grupo con mayor presencia de Q1\*, no pudo determinarse su red de haplotipos dado que sólo se obtuvieron pocos haplotipos Y-STRs completos (cuadro S3); lo que limita las inferencias sobre el origen de los purépechas con esta evidencia paterna. En contraste, las diferencias lingüísticas y la falta de pericia en el manejo de la metalurgia de los nahuas, representan el principal limitante para aseverar que mantuvieron una convivencia cercana con purépechas (Michelet *op. cit.*).

Por último, existen antecedentes que sugieren una relación arqueológica (metalurgia) entre purépechas y grupos de Ecuador y Perú, además de un vínculo lingüístico con quéchuas de América del Sur y zunis de Estados Unidos (Michelet *op. cit.*). Sin embargo, se demostró una diferenciación significativa entre purépechas y sudamericanos, más no con etnias estadounidenses (datos no mostrados); en concordancia, etnias mexicanas con niveles apreciables de Q1\*, incluidos purépechas, se reúnen en un conglomerado con la mayoría de tribus de Estados Unidos (figura 5B). Esta evidencia hace menos probable la relación de purépechas y grupos sudamericanos, pero refuerza la noción de que la adquisición de Q1\* siguió un flujo desde el norte de México y sur de Estados Unidos hacia Mesoamérica.

*Mazatecos.* Uno de los hallazgos más relevantes fue que por primera vez se detectó en Mesoamérica, exclusivamente en mazatecos, al haplogrupo nativo americano C3\*, sólo reportado en pocas poblaciones de Sudamérica (Zegura *et al. op. cit.*; Geppert *et al. op. cit.*; Roewer *et al. op. cit.*). Cabe señalar que C3\* no se detectó en etnias cercanas a los mazatecos, como los zapotecos, mixes o mixtecos (cuadro 2), ni tampoco en 659 varones mestizos de México (Martínez-Cortés *et al.* 2010. De lo anterior se puede inferir que, después del proceso migratorio que trajo al linaje C3\* a mazatecos, estos y sus descendientes tuvieron poco flujo génico con grupos colindantes, de manera que por cuestiones geográficas o culturales se “enquistó”. Favoreciendo esta hipótesis de “enquistamiento”, los mazatecos representaron el único grupo donde no se detectó mestizaje vía paterna (figura 2), lo que concuerda con descripciones etnohistóricas y genéticas (Arnaiz-Villena *et al. op. cit.*) que les atribuyen pocas relaciones con otras etnias, principalmente de la región serrana, y con mestizos, que aunado a su aislamiento y falta de comunicaciones pudieron maximizar



este evento. Desafortunadamente, para saber más sobre esto no tenemos una descripción exacta del origen del mazateco, debido en parte a la preponderancia de otros grupos étnicos oaxaqueños como el zapoteco y el mixteco. Es importante notar que en el linaje C3\* de los grupos étnicos sudamericanos (Ecuador) la mezcla reciente fue descartada, y una mezcla de 6 000 años de Japón u otra población de Asia Oriental parece más posible (Mezzavilla *et al. op. cit.*). Por lo tanto, la hipótesis de que la presencia del haplogrupo C3\* en Alaska, Mesoamérica y Sudamérica podría indicar una migración tardía de Asia oriental a América a través de Alaska, con dispersión previa en algunas poblaciones de Mesoamérica y América del Sur, y deriva genética subsecuente en algunas poblaciones, mientras que se conservó en otras poblaciones pequeñas (es decir, mazatecos en Mesoamérica, así como kichwa y waorani en América del Sur).

*Patrones de diferenciación y estructura entre grupos étnicos mexicanos.* Como se describió en resultados, el AMOVA y SAMOVA demostraron una heterogeneidad genética paterna para los grupos étnicos, cuyas relaciones genéticas no corresponden con criterios lingüísticos y geográficos, lo cual previamente se ha establecido tanto para el CY como para el mtDNA (Sandoval *et al.* 2009; Kemp *et al. op. cit.*; Sandoval *et al.* 2012). Por otro lado, en un estudio previo con Y-STRs se infirió parcialmente al modelo de IBD entre las etnias mexicanas (sólo al incluir aquellas muy alejadas,  $\approx 1\ 000$  km) (Rangel-Villalobos *et al.* 2008). No obstante, ni el empleo de un mayor número de poblaciones y Y-STRs en este estudio, ni lo obtenido a partir del mtDNA (Sandoval *et al.* 2009; Kemp *et al. op. cit.*) han sustentado el modelo de IBD; en su lugar demostramos concluyentemente un patrón azaroso, el cual más bien evidencia los reacomodos demográficos complejos ocurridos en diferentes momentos de la época prehispánica, ayudados por el menor tamaño efectivo de población del cromosoma Y que facilita los procesos de diferenciación por deriva génica.

## CONCLUSIONES

Se describe que los haplogrupos en nativos de México son predominantemente Q1a3a\* (M3) seguido de Q1\* (probablemente Q1a3\*), donde se excluye la presencia del linaje asiático Q\* (M242), lo que favorece la hipótesis de “incubamiento” en Asia (Beringia) de los linajes paternos

nativos de América. La región Tarahumara se perfila como el asentamiento más antiguo del linaje Q1\* en México (~ 8 700 años), que habría llegado después a Mesoamérica (~ 4 400 años), con una probable dispersión posterior que involucraría a los grupos mayas (~ 2 900 años). Se infiere un origen triparental (C3\*, Q1\* y Q1a3a\*) de mazatecos, y biparental (Q1\* y Q1a3a\*) de tarahumaras, purépechas y mayas. La ausencia de C3b y presencia de C3\* en mazatecos sugiere un evento de flujo génico posterior con una ruta de migración diferente a los demás linajes amerindios, seguido de “enquistamiento” en su territorio. Se evidencia la diferenciación genética de los lacandones, atribuible a efecto fundador o deriva génica. Se demuestra una heterogeneidad genética vía paterna entre las etnias mexicanas analizadas, donde procesos como aislamiento por distancia, clasificación lingüística o geográfica no explican sus relaciones genéticas.

#### *Agradecimientos*

Se agradece a Conacyt el financiamiento del proyecto de Ciencia Básica 129693 a H. R-V., así como la beca doctoral a R. R-C, M.E.G-A y J.A A-V.

## CUADROS SUPLEMENTARIOS

*Cuadro S1.* Características de los grupos nativos mexicanos incluidos en este estudio. Se proporciona con fines comparativos información de poblaciones mexicanas reportada por Kemp *et al.* 2010 y Sandoval *et al.* 2012

Grupo	Etnia	Estado	Localización	N1	
Maya peninsular	Mayas	Yucatán	Tekax	86	
	Mayas	Quinta Roo	Chunhuhub	13	
	Mayas	Campeche	Hecelchakan	6	
Maya de Chiapas	Tzotzil	Chiapas	San Juan Chamula	16	
	Tzeltal	Chiapas	Majosik, Tenejapa	5	
	Tojolabal	Chiapas	Las Margaritas	5	
Lacandon	Lacandón	Chiapas	Lacanjá Chansayab, Ocosingo	24	
Mazateco	Mazateco	Oaxaca	San Miguel Soyaltepec	8	
Zapoteco	Zapoteco	Oaxaca	—	6	
Mixe	Mixe	Oaxaca	—	6	
Mixtecol	Mixteco	Oaxaca, Guerrero	—	20	
	Mixteco	Oaxaca	Chidoco	1	
	Tlapaneco	Guerrero	Copanatoyac	1	
Triqui	Triqui	Oaxaca	—	22	
Otomi	Otomi	Hidalgo	—	4	
Nahua	Nahua	Puebla	Cuetzalan	8	
	Nahua	Puebla	San José Miahuatlán	27	
	Nahua	México, DF	San Pedro Atocpan	17	
	Nahua	Jalisco	Mezcala	6	
	Nahua	Jalisco	San Pedro	25	
	Nahua	Jalisco	Agua Caliente	5	
	Nahua	Jalisco	Túxpan	7	
	Nahua	Guerrero	Zitlala	20	
	Purépecha	Purépecha	Michoacán	Zipiájo	25
		Purépecha	Michoacán	Angahuan	3
Huichol	Huichol	Nayarit	JesúsMaría	11	
	Huichol	Jalisco	San Sebastian	49	
Cora	Cora	Nayarit	Mesa del Nayar	27	
Tarahumara	Tarahumara	Chihuahua	—	13	
	Tarahumara	Chihuahua	Guachoche, Guadalupe y Calvo, Metate	54	
	Guajiro	Chihuahua	Moris	2	
	Pima	Chihuahua	Temósachi	2	
	Tepehuano	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	2	
Apache	Apache	Chihuahua	Parral	1	
Pima	Pima	Sonora	—	49	

<sup>1</sup>Número de haplotipos con siete Y-STRs. <sup>2</sup>Clasificación lingüística propuesta por Swadesh (1959).

*Cuadro S1 (continuación).* Características de los grupos nativos mexicanos incluidos en este estudio. Se proporciona con fines comparativos información de poblaciones mexicanas reportada por Kemp *et al.* 2010 y Sandoval *et al.* 2012

Abreviatura	Región	Latitud	Longitud	Grupo lingüístico <sup>2</sup>	Referencia
MY	Sureste	19.839835	-89.2918	Macro-Maya	Este estudio
	Sureste				Este estudio
	Sureste				Este estudio
MCh	Sur	16.310440	-91.9808	Macro-Maya	Este estudio
	Sur				Este estudio
	Sur				Este estudio
Lac	Sur	16.8288	-91.1522	Macro-Maya	Este estudio
Maz	Sur	18.24225	-96.40221	Macro-Mixteca	Este estudio
Zap	Sur	—	—	Macro-Mixteca	Kemp et al. 2010
Mixe	Sur	—	—	Macro-Maya	Kemp et al. 2010
Mix	Sur	—	—	Macro-Mixteca	Kemp et al. 2010
	Sur	—	—		Este estudio
	Sur	—	—		Este estudio
Tri	Sur	—	—	Macro-Mixteca	Sandoval et al., 2012
Oto	Centro	—	—	Macro-Mixteca	Sandoval et al. 2012
NP1	Centro	20.017250	-97.52410	Macro-Nahua	Kemp et al. 2010
NP2	Centro	18.292125	-97.28725	Macro-Nahua	Este estudio
NM	Centro	19.200563	-99.04974	Macro-Nahua	Kemp et al. 2010 y Sandoval et al. 2012
NJ	Occidente	20.32981	-102.9812	Macro-Nahua	Este estudio
	Occidente				Este estudio
	Occidente				Este estudio
	Occidente				Este estudio
NG	Occidente	—	—		Sandoval et al. 2012
Pur	Occidente	19.79969	-101.5495	Tarasco	Este estudio
	Occidente				Este estudio
Hui1	Occidente	22.255165	-104.5187	Macro-Nahua	Kemp et al. 2010
Hui2	Occidente	21.43841	-102.350		Este estudio
Cora	Occidente	22.214488	-104.649	Macro-Nahua	Kemp et al. 2010
Tar1	Norte	—	—	Macro-Nahua	Kemp et al. 2010
Tar2	Norte	26.82026	-107.072		Este estudio
	Norte				Este estudio
	Norte				Este estudio
	Norte				Este estudio
Apa	Norte	—	—		Este estudio
Pim	Norte	—	—		Sandoval et al. 2012

*Cuadro S2.* Características de los grupos nativos de América del Norte y del Sur incluidos en este estudio para propósitos de comparación

País	Población	N	Abreviatura	Región	Referencia
EUA	Akimel O'odham	7	Ak	Norte	Kemp <i>et al.</i> 2010
	Jemez	12	Jem	Norte	Kemp <i>et al.</i> 2010
	Apache	88	Apa	Norte	Zegura <i>et al.</i> 2004
	SCApache	20	SCApa	Norte	Malhi <i>et al.</i> 2008
	Navajo	71	Nav	Norte	Malhi <i>et al.</i> 2008
	Tanana	10	Tan	Norte	Zegura <i>et al.</i> 2004
Ecuador	Dogrib	9	Dog	Norte	Malhi <i>et al.</i> 2008
	Kichwa	42	Kich	Sur	Roewer <i>et al.</i> 2013
	Waorani	40	Wao	Sur	
Colombia	Guambiano	16	Guam	Sur	
	Coconuco	7	Coc	Sur	
	Embera-Chamí	25	Emb	Sur	
	Nasa, Pastos	5	NaP	Sur	
	Iquito	5	Iqui	Sur	
	Chumbivilca	10	Chum	Sur	
	Chuquibamba	17	Chuq	Sur	
	Huanca	13	Hua	Sur	
Bolivia	Shipibo-Conibo	21	Ship	Sur	
	Chimane	10	Chim	Sur	
	Ignaciano	6	Ign	Sur	
	Trinitario	37	Trin	Sur	
	Mojeño	11	Moj	Sur	
Venezuela	Yuracare	7	Yur	Sur	
	Wayuu	19	Way	Sur	
	Bari Boxi	16	BB	Sur	

*Cuadro S2 (continuación).* Características de los grupos nativos de América del Norte y del Sur incluidos en este estudio para propósitos de comparación

País	Población	N	Abreviatura	Región	Referencia	
Argentina	Guarani	84	Gua	Sur		
	Mapuche	49	Map	Sur		
	Toba	87	Toba	Sur		
	Pilaga La bomba	76	Pil	Sur		
	Wichi	45	Wichi	Sur		
	Tehuelche	10	Teh	Sur		
Brasil	Tiriyo	35	Tir	Sur		
	Kayapó-Xikrin	12	KX	Sur		
	Arara	20	Ara	Sur		
	Zoé	25	Zoe	Sur		
	Parakana	8	Par1	Sur		
	Waiãpi	13	Wai	Sur		
	Urubu-Kaapor	27	UrK	Sur		
	Awa-Guajá	46	AG	Sur		
	Asurini	15	Asu	Sur		
	Gaviao	22	Gav	Sur		
	Terena	32	Ter	Sur		
	Yanomami	10	Yan	Sur		
	Parakana 2	30	Par2	Sur		
	Karitiana	16	Kar	Sur		
	Ipixuna	21	Ipix	Sur		
	Colla	14	Colla	Sur		

*Cuadro S3. Patrones de diversidad génica ( $h$ ) de 17 Y-STRs y haplogrupos en nueve grupos étnicos de México*

Locus	Maya Peninsular n= 82	Maya de Chiapas n= 17	Lacandón n= 20	Mazateca n= 8
DYS19	16.3	22.1	10.0	71.4
DYS385	87.5	85.3	57.9	92.9
DYS388	15.8	30.3	26.8	60.0
DYS389I	52.2	38.2	0.0	60.7
DYS389II	77.0	67.6	26.8	75.0
DYS390	40.3	76.5	42.6	90.5
DYS391	48.4	52.9	0.0	53.6
DYS392	52.8	52.2	19.5	92.9
DYS393	0.0	0.0	0.0	0.0
DYS426	9.4	32.4	0.0	60.7
DYS437	7.1	38.2	10.0	60.7
DYS438	34.1	0.0	35.3	60.7
DYS439	60.9	54.4	0.0	53.6
DYS447	72.2	82.4	41.6	60.7
DYS448	63.8	70.6	35.3	67.9
DYS460	50.9	47.1	39.5	75.0
H4	59.9	51.5	18.9	57.1
Media	44.2	46.7	20.2	64.1

<sup>1</sup> En AmMx se incluye un mixteco y un tlapaneco.

*Cuadro S3 (continuación). Patrones de diversidad génica ( $h$ ) de 17 Y-STRs y haplogrupos en nueve grupos étnicos de México*

Nahua de Puebla n= 14	Nahua de Jalisco n= 24	Purépecha n= 8	Huichol n= 39	Tarahumara n= 33	AmMx <sup>1</sup> n= 247
14.3	56.2	0.0	50.5	33.0	32.8
93.9	85.5	89.3	71.7	94.5	91.9
14.3	16.3	25.0	0.0	11.9	15.9
48.4	51.1	60.7	63.8	67.4	55.2
83.5	78.6	25.0	66.8	77.1	75.3
58.2	42.0	25.0	37.5	69.3	62.9
64.8	42.0	53.6	64.2	11.9	50.9
85.9	74.9	78.6	49.9	77.0	69.5
0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.8
38.5	30.1	50.0	5.1	41.7	21.1
0.0	39.1	0.0	14.8	0.0	15.1
0.0	16.3	25.0	10.1	70.3	39.9
57.1	73.9	33.3	52.6	69.5	67.5
58.2	67.0	46.4	53.7	61.2	70.3
49.5	30.8	67.9	5.1	54.4	60.4
56.0	55.4	53.6	48.6	59.5	54.1
70.3	62.7	67.9	41.6	66.1	58.5
44.1	45.7	41.9	35.6	50.7	48.9



## REFERENCIAS

AGUIRRE-BELTRÁN, G.

1985 *La población negra de México, estudio etnohistórico*, Vol. II., Fondo de Cultura Económica, México.

ARNAIZ-VILLENA, A., G. VARGAS ALARCÓN, J. GRANADOS, E. GÓMEZ-CASADO, J. LONGAS, M. GONZÁLEZ HEVILLA, J. ZUÑIGA, N. SALGADO, G. HERNÁNDEZ PACHECO, J. GUILLEN Y J. MARTÍNEZ LASO

2000 HLA genes in Mexican Mazatecans, the peopling of the Americas and the uniqueness of Amerindians, *Tissue Antigens*, 56(5): 405-16.

BÁEZ, L.

2004 *Nahuas de la sierra norte de Puebla*, Pueblos indígenas del México contemporáneo, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México: 1-7.

BAILLIET, G., V. RAMALLO, M. MUZZIO, A. GARCÍA, M. R. SANTOS, E. L. ALFARO, J. E. DIPIERRI, S. SALCEDA, F. R. CARNESE, C. M. BRAVI, N. O. BIANCHI Y D. A. DEMARCHI

2009 Brief communication: Restricted geographic distribution for Y-Q\* paragroup in South America, *American Journal of Physical Anthropology*, 140 (3): 578-82.

BANDELT, H. J., P. FORSTER Y A. RÖHL

1999 Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies, *Molecular Biology Evolution*, 16: 37-48.

BAÑOS RAMÍREZ, O.

2006 Población y territorio en la Península de Yucatán, *Imaginales: Revista de Investigación Social*, 4:125-148.

BARROT, C., C. SIMILI, C. SANCHEZ, C. BRANDT CASADEVALL, A. GONZALEZ MARTIN, A. XIFRO, M. ORTEGA, E. HUGUET, J. CORBELLA Y M. GENE

2007 Haplotype frequencies of eight Y-chromosome short tandem repeats loci in four Amerindian populations (state of Hidalgo, Mexico), *Journal of Forensic Sciences*, 52: 504-6.

- BATTAGLIA V., V. GRUGNI, U. A. PEREGO, N. ANGERHOFER, J. E. GOMEZ PALMIERI, S. R. WOODWARD, A. ACHILLI, M. MYRES, A. TORRONI Y O. SEMINO  
2013 The First Peopling of South America: New Evidence from Y-chromosome Haplogroup Q. *PLoS ONE*, 8(8): e71390.
- BERTORELLE, G. Y G. BARBUJANI  
1995 Analysis of DNA Diversity by Spatial Autocorrelation, *Genetics*, 140: 811-819.
- BIANCHI, N.O., C. I. CATANESI, G. BAILLIET, V. L. MARTINEZ MARIGNAC, C. M. BRAVI, L. B. VIDAL RIOJA, R. J. HERRERA Y J. S. LOPEZ CAMELO  
1998 Characterization of ancestral and derived Y-chromosome haplotypes of New World native populations, *American Journal of Human Genetics*, 63(6): 1862-1871.
- BISSO-MACHADO, R., M. S. JOTA, V. RAMALLO, V. R. PAIXÃO-CÔRTEZ, D. R. LACERDA, F. M. SALZANO, S. L. BONATTO, F. R. SANTOS Y M. C. BORTOLI  
2011 Distribution of Y-Chromosome Q Lineages in Native Americans, *American Journal Human Biology*, 23(4): 563-566.
- BONILLA, C., G. GUTIERREZ, E. J. PARRA, C. KLINE Y M. D. SHRIVER  
2005 Admixture analysis of a rural population of the state of Guerrero, Mexico, *American Journal Physical Anthropology*, 128: 861-869.
- BORTOLINI, M. C., F. M. SALZANO, C. H. BAU, Z. LAYRISSE, M. L. PETZL ERLER, L. T. TSUNETO, K. HILL, A. M. HURTADO, D. CASTRO-DE-GUERRA, G. BEDOYA Y A. RUÍZ-LINARES  
2002 Y-chromosome biallelic polymorphisms and Native American population structure, *Annals of Human Genetics*, 66: 255-259.
- BORTOLINI, M. C., F. M. SALZANO, M. G. THOMAS, S. STUART, S. P. NASANEN, C. H. BAU, M. H. HUTZ, Z. LAYRISSE, M. L. PETZL ERLER, L. T. TSUNETO, K. HILL, A. M. HURTADO, D. CASTRO DE GUERRA, M. M. TORRES, H. GROOT, R. MICHALSKI, P. NYMADAWA, G. BEDOYA, N. BRADMAN, D. LABUDA Y A. RUIZ LINARES  
2003 Y-chromosome evidence for differing ancient demographic histories in the Americas, *American Journal of Human Genetics*, 73(3): 524-39.

BRIÓN, M., J. J. SANCHEZ, K. BALOGH, C. THACKER, A. BLANCO VERA, C. BORATING, B. STRADMANN-BELLINGHAUSEN, M. BOGUS, D. SYNDERCOMBE-COURT, P. M. SCHNEIDER, A. CARRACEDO, N. MORLING.

2005 Introduction of an single nucleotide polymorphism-based “Major Y-chromosome haplogroup typing kit” suitable for predicting the geographical origin of male lineages, *Electrophoresis*, 26(23): 4411-4420.

BRIÓN, M., B. SOBRINO, A. BLANCO VERA, A. LAREU Y A. CARRACEDO

2004 Hierarchical analysis of 30 Y-Chromosome SNPs in European Populations, *Legal Medicine*, 119:10-13

BUTLER, J. M., R. SCHOOSKE, P. M. VALLONE, M. C. KLINE, A. J. REDDY M. F. HAMMER

2002 A novel multiplex for simultaneous amplification of 20 Y chromosome STR markers, *Forensic Science International*, 129: 10-24.

DÍAZ-COUDER, E.

2001 La clasificación de las lenguas indígenas, *Ciencias*, 60-61: 133-140.

DOUGLAS PRICE, T., V. TIESLER Y J. H. BURTON

2006 Early African diaspora in colonial Campeche, Mexico: strontium isotopic evidence, *American Journal Physical Anthropology*, 130(4): 485-490.

DUPANLOUP, I., S. SCHNEIDER Y L. EXCOFFIER

2002 A simulated annealing approach to define the genetic structure of populations, *Molecular Ecology*, 11(12): 2571-81.

EROZA SOLANA, J. E.

2006 *Lacandonas*, Pueblos Indígenas del México contemporáneo, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.

EXCOFFIER, L. G., LAVAL Y S. SCHNEIDER

2005 Arlequin ver. 3.0: An integrated software package for population genetics data analysis, *Evolutionary Bioinformatics Online*, 1: 47-50.

FAGUNDES, N. J., R. KANITZY Y S. L. BONATTO

2008 A Reevaluation of the Native American MtDNA Genome Diversity and Its Bearing on the Models of Early Colonization of Beringia, *PLoS One*, 3(9): e3157.

FIEDEL, S. J.

1992 *Prehistory of the Americas*, Cambridge University Press, Reino Unido.

GEPPERT, M., M. BAETA, C. NÚÑEZ, B. MARTÍNEZ JARRETA, S. ZWEYNERT, O. W. CRUZ, F. GONZÁLEZ ANDRADE, J. GONZÁLEZ SOLÓRZANO, M. NAGY Y L. ROEWER

2011 Hierarchical Y-SNP assay to study the hidden diversity and phylogenetic relationship of native populations in South America, *Forensic Science International Genetics*, 5(2): 100-104.

GORODEZKY, C., C. ALAEZ, M. N. VÁZQUEZ GARCÍA, G. DE LA ROSA, E. INFANTE, S. BALLADARES, R. TORIBIO, E. PÉREZ-LUQUE Y L. MUÑOZ

2001 The Genetic Structure of Mexican Mestizos of Different Locations: Tracking Back Their Origins Through MHC Genes, Blood Group Systems, and Microsatellites. *Human Immunology*, 62: 979-991.

JIMÉNEZ MORENO W.

1942 El enigma de los Olmecas, *Cuadernos Americanos*, 5: 1-36.

JOBLING, M. A., M. E. HURLES Y C. TYLER-SMITH

2004 *Human Evolutionary Genetics: origins, peoples and disease*, Garland Science Publishing, Londres/Nueva York.

JOTA, M. S., D. R. LACERDA, J. R. SANDOVAL, P. P. VIEIRA, S. S. SANTOS-LOPES, R. BISSO MACHADO, V. R. PAIXÃO CORTES, S. REVOLLO, C. PAZ-Y-MIÑO, R. FUJITA, F. M. SALZANO, S. L. BONATTO, M. C. BORTOLINI Y F. R. SANTOS

2011 A new subhaplogroup of Native American Y-Chromosomes from the Andes, *American Journal Physical Anthropology*, 146(4): 553-559.

KARAFET, T. M., F. L. MENDEZ, M. B. MEILERMAN, P. A. UNDERHILL, S. L. ZEGURA Y M. F. HAMMER

2008 New binary polymorphisms reshape and increase resolution of the human Y chromosomal haplogroup tree, *Genome Research*, 18(5): 830-838.

KEMP, B. M., A. GONZÁLEZ-OLIVER, R. S. MALHI, C. MONROE, K. B. SCHROEDER, J. MCDONOUGH, G. RHETT, A. RESENDÉZ, R. I. PEÑALOZA ESPINOSA, L. BUENTELLO MALO, C. GORODESKY Y D. G. SMITH

2010 Evaluating the farming/language dispersal hypothesis with genetic variation exhibited by populations in the southwest and Mesoamerica, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(15): 6759-6764.

KIRCHHOFF, P.

1956 *Relación de Michoacán como fuente para la historia de la sociedad y cultura tarascas*, Reproducción facsímil del Ms C IV 5 de El Escorial con transcripción, introducción y notas por José Tudela, Aguilar, Madrid.

KNIJFF, P.

2000 Message through bottlenecks: on the combined use of slow and fast evolving polymorphic markers on the human Y chromosome, *American Journal Human Genetics*, 67: 1055-1061.

LEWIS, P.O. Y D. ZAYKIN

2001 *Genetic Data Analysis: Computer program for the analysis of allelic data*. Version 1.0 (d16c). [<http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>]

LISKER, R., E. RAMÍREZ Y V. BABINSKY

1996 Genetic structure of autochthonous populations of Mesoamerica: Mexico, *Human Biology* 68: 395-404.

MALHI, R. S., A. GONZÁLEZ OLIVER, K. B. SCHROEDER, B. M. KEMP, J. A. GREENBERG, S. Z. DOBROWSKI, D. G. SMITH, A. RESENDEZ, T. KARAFET, M. HAMMER, S. ZEGURA Y T. BROVKO

2008 Distribution of Y chromosomes among Native North Americans: a study of Athapaskan population history, *American Journal Physical Anthropology*, 137(4): 412-424.

MALYARCHUK, B., M. DERENKO, G. DENISOVA, A. MAKSIMOV, M. WOZNIAK, T. GRZYBOWSKI, I. DAMBUEVA Y I. ZAKHAROV

2011 Ancient links between Siberians and Native Americans revealed by subtyping the Y chromosome haplogroup Q1a, *Journal Human Genetics*, 56(8): 583-538.

MARTÍNEZ-CORTÉS, G., I. NUÑO ARANA, R. RUBI CASTELLANOS, G. VILCHIS DORANTES, A. LUNA VÁZQUEZ, R. M. CORAL VÁZQUEZ, T. CANTO CETINA, J. SALAZAR FLORES, J. F. MUÑOZ VALLE, K. SANDOVAL MENDOZA, Z. LÓPEZ, J. J. GAMERO LUCAS Y H. RANGEL VILLALOBOS

2010 Origin and genetic differentiation of three Native Mexican groups (Purépechas, Triquis and Mayas): contribution of CODIS-STRs to the history of human populations of Mesoamerica, *Annals of Human Biology*, 37(6): 801-819.

MEZZAVILLA, M., M. GEPPERT, C. TYLER-SMITH, L. ROEWER Y Y. XUE

2015 Insights into the origin of rare haplogroup C3\* Y chromosomes in South America from high-density autosomal SNP genotyping, *Forensic Science International: Genetics*, 15: 115-120.

MICHELET, D.

2001 La zona occidental en el posclásico, L. Manzanilla y L. López-Luján (eds.). *Historia antigua de México. Vol. III. El Horizonte Posclásico*, Porrúa/ INAH e IIA-UNAM, México: 161-198.

MORENO-ESTRADA, A., C.R. GIGNOUX, J. C. FERNANDEZ LOPEZ (EDS.)

2014 The Genetics of Mexico Recapitulates Native American Substructure and Affects Biomedical Traits. *Science*, 344 (6189): 1280-1285.

MULLIGAN, C. J., A. KITCHEN Y M. M. MIYAMOTO

2008 Updated three-stage model for the peopling of the Americas, *PLoS One*.3(9): e3199.

NEI, M.

1987 *Molecular evolutionary genetics*, Columbia University Press, Nueva York.

Nelson, B. A.

2009 Elite Residences in West Mexico, S. T. Evans y J. Pillsbury (eds.), *Palaces of the Ancient New World.*, Harvard University Press, Washington DC: 59-81.

PÁEZ-RIBEROS, L. A., A. GONZÁLEZ MARTÍN, J. F. MUÑOZ VALLE, L. E. FIGUERA, L. SANDOVAL RAMÍREZ, I. NUÑO ARANA, B. IBARRA Y H. RANGEL VILLALOBOS

2006 Y-linked haplotypes in Amerindian chromosomes from Mexican populations: genetic evidence to the biparental origin of the Huichol tribe, *Legal Medicine*, 8: 220-225.

PAGE, R. D.

1996 TreeView: an application to display phylogenetic trees on personal computers, *Computational Applied Biosciences*, 12(4): 357-358.

PINTADO-CORTINA, A. P.

2004 *Tarahumaras*. Pueblos Indígenas del México contemporáneo, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México: 1-7.

PÉREZ-BENEDICO, D., J. LA SALVIA, Z. ZENG, G. A. HERRERA, R. GARCÍA BERTRAND Y R. N. HERRERA

2016 Mayans: a Y chromosome perspective, *European Journal of Human Genetics*, 24: 1352-1358.

RANGEL-VILLALOBOS, H., V. M. MARTÍNEZ SEVILLA, G. MARTÍNEZ CORTÉS, J. A. AGUILAR VELÁZQUEZ, M. SOSA MACÍAS, R. RUBI CASTELLANOS Y A. GONZÁLEZ MARTÍN

2016 Importance of the Geographic Barriers to Promote Gene Drift and Avoid Pre- and Post-Columbian Gene Flow in Mexican Native Groups: Evidence from Forensic STR Loci, *American Journal of Physical Anthropology*, 160: 298-316.

RANGEL-VILLALOBOS, H., J. F. MUÑOZ VALLE, A. GONZÁLEZ MARTÍN, A. GOROSTIZA, M. T. MAGAÑA Y L. A. PÁEZ-RIBEROS

2008 Genetic admixture, relatedness, and structure patterns among Mexican populations revealed by the Y-chromosome, *American Journal Physical Anthropology*, 135(4): 448-461.

RANGEL-VILLALOBOS, H., F. RIVAS, L. SANDOVAL, Z. GARCÍA CARVAJAL, J. M. CANTÚ Y L. E. FIGUERA

- 2000 Genetic variation among four Mexican populations (Huichol, Purépecha, Tarahumara and Mestizo) revealed by two VNTRs and four STRs, *Human Biology*, 72: 983-995.

ROEWER, L., M. NOTHNAGEL, L. GUSMAO Y V. GOMES (EDS.)

- 2013 Continent-Wide Decoupling of Y-Chromosomal Genetic Variation from Language and Geography in Native South Americans, *PLoSGenet*, 9(4): e1003460.

SANDOVAL, K., L. BUENTELLO MALO, R. PEÑALOZA ESPINOSA, H. AVELINO, A. SALAS, F. CALAFELL Y D. COMAS.

- 2009 Linguistic and maternal genetic diversity are not correlated in Native Mexicans, *Human Genetics*, 126(4): 521-531.

SANDOVAL, K., A. MORENO ESTRADA, I. MENDIZABAL, P. A. UNDERHILL, M. LOPEZ-VALENZUELA, R. PEÑALOZA ESPINOSA, M. LOPEZ LOPEZ, L. BUENTELLO MALO, H. AVELINO, R. CALAFELL, D. COMAS.

- 2012 Y-Chromosome Diversity in Native Mexicans Reveals Continental Transition of Genetic Structure in the Americas, *American Journal of Physical Anthropology*, 148: 395-405.

SANTANA C., G. NORIS, M. A. MERAZ-RÍOS, J. J. MAGAÑA, E. S. CALDERON-ARANDA, M. L. MUÑOZ Y R. GÓMEZ.

- 2014 Genetic Analysis of 17 Y-STRs in a Mestizo Population from the Central Valley of Mexico, *Human Biology*, 86(4): 289-312.

SCHURR T. G., M. C. DULIK, A. C. OWINGS, S. I. ZHADANOV, J. B. GAIESKI (EDS.)

- 2012 Clan, language, and migration history has shaped genetic diversity in Haida and Tlingit populations from Southeast Alaska, *American Journal of Physical Anthropology*, 148: 422-435.



SILVA ZOLEZZI, I., A. HIDALGO MIRANDA, J. ESTRADA GIL, J. C. FERNÁNDEZ LÓPEZ, L. URIBE-FIGUEROA, A. CONTRERAS, E. BALAM ORTIZ, L. DEL BOSQUE PLATA, D. VELÁZQUEZ FERNÁNDEZ, C. LARA, R. GOYA, E. HERNÁNDEZ LEMUS, C. DÁVILA, E. BARRIENTOS, S. MARCH Y G. JIMÉNEZ SÁNCHEZ

2009 Analysis of genomic diversity in Mexican Mestizo populations to develop genomic medicine in Mexico, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106(21): 8611-8616.

SMITH, M. E. Y F. F. BERDAN

2003 *Spatial Structure of the Mesoamerican World System, The Post-Classic Mesoamerican world*, University of Utah Press, Salt Lake City: 21-34.

SWADESH, M.

1959 *Mapas de clasificación lingüística de México y las Américas*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Serie antropológica núm. 8, México.

TAMM, E., T. KIVISILD, M. REIDLA, M. METSPALU, D. G. SMITH, C. J. MULLIGAN, C. M. BRAVI, O. RICKARDS, C. MARTÍNEZ LABARGA, E. K. KHUSNUTDINOVA, S. A. FEDOROVA, M. V. GOLUBENKO, V. A. STEPANOV, M. A. GUBINA, S. I. ZHADANOV, L. P. OSSIPOVA, L. DAMBA, M. I. VOEVODA, J. E. DIPIERRI, R. VILLEMS Y R. S. MALHI

2007 Beringian standstill and spread of Native American founders, *PLoS One*, 2(9): e829.

THE Y CHROMOSOME CONSORTIUM (YCC).

2002 A nomenclature system for the tree of human Y-chromosomal binary haplogroups, *Genome Research*, 12(2): 339-348.

WANG, S., N. RAY, W. ROJAS, M. V. PARRA, G. BEDOYA, C. GALLO, G. POLETTI, G. MAZZOTTI, K. HILL, A. M. HURTADO, B. CAMRENA, H. NICOLINI, W. KLITZ, R. BARRANTES, J. A. MOLINA, N. B. FREIMER, M. C. BORTOLINI, F. M. SALZANO, M. L. PETZL-ERLER, L. T. TSUNETO, J. E. DIPIERRI, E. L. ALFARO, G. BAILLIET, N. O. BIANCHI, E. LLOP, F. ROTHHAMMER, L. EXCOFFIER Y A. RUÍZ-LINARES

2008 Geographic patterns of genome admixture in Latin American Mestizos, *PLoS Genetics*, 4: e1000037.

WEBSTER, D. L. Y S. T. EVANS

- 2009 Mesoamerican Civilization, C. Scarre (ed.), *The Human Past: World Prehistory & the Development of Human Societies* (2ª ed.), Thames and Hudson Press, Nueva York: 594-639.

ZEGURA, S. L., T. M. KARAFET, L. A. ZHIVOTOVSKY Y M. F. HAMMER

- 2004 High-resolution SNPs and microsatellite haplotypes point to a single, recent entry of Native American Y chromosomes into Americas, *Molecular Biology Evolution*, 21: 164-75.



# EL TRATO HUMANITARIO Y ÉTICO DEL CUERPO MUERTO

Albertina Ortega Palma\* y José Manuel Bezanilla\*\*

\*Especialidad en Antropología Forense, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México

\*\*Visitador Adjunto en Comisión Nacional de los Derechos Humanos

*Homo sum, nihil a me alienum puto.*

(Humano soy, y nada de lo humano me es ajeno.)

Publio Terencio

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es reflexionar sobre lo que se considera cuerpo muerto y su trato en el ámbito forense actual, particularmente desde la labor del antropólogo forense y otros especialistas. Es decir, discurrir sobre los principios éticos de quienes el objeto de trabajo y estudio es el cadáver, el hueso, el resto de cabello u otro elemento corporal; así como analizar, qué tanto se garantiza su protección y trato digno. Además de poner en discusión si el cuerpo humano sin vida posee derechos humanos, o si es un fundamento filosófico que puede verse apoyado en las familias para así procurar algunos lineamientos en su trato humanitario, expresamente. Por citar un ejemplo: la forma de recuperar el cuerpo en una exhumación de una fosa clandestina o común, en donde se materializa el trato digno a un cadáver, de vital importancia cuando se realiza frente a un familiar, quien no debe ser revictimizado, procurando así los derechos de este último.

PALABRAS CLAVE: cuerpo muerto, ética, derechos humanos, forense.

## ABSTRACT

The aim of this work is to think what is considered to be dead body and the treatment to this one in the forensic current area, particularly from the labor of the forensic anthropologist and other specialists. Namely, to pass by the ethical principles of whom the object of work and study is the corpse, the bone, the hair or another corporal element; as well as to analyze, what so much guarantees its protection and its worthy deal. Beside putting in discussion if the human body without life possesses human rights, or if it is a philosophical foundation that can turn supported on the families this way to get some limits in its humanitarian treatment, expressly, for mentioning an example; the way of recovering the body in an exhumation of a clandestine or common pit, where this problem is materialized.

KEYWORDS: dead body, ethics, human rights, forensic.

## CUERPO

Iniciaremos con la importancia de establecer qué se considera *cuerpo* en la sociedad actual, ya que pueden existir diversas construcciones cognitivas de él. En primera instancia se aborda lo que se supone como cuerpo, debido a que consideramos que es primordial definirlo para establecer cuáles de los elementos materiales que componen a la persona una vez muerta pueden considerarse como tal, y cómo éstos pueden ser significativos en su recuperación y conservación ante situaciones como una diligencia forense, al estar frente a un cadáver fresco o en distintas fases de descomposición por parte de una autoridad, un especialista o un familiar.

Para hacer evidente la importancia y diferencias de las nociones que existen sobre el cuerpo, utilizaremos un texto de Pedro Pitarch, donde se muestran diferentes concepciones sobre el cuerpo, dependiendo de la cultura. En palabras de José Luis Vera (2008), una idea construida del cuerpo que dependerá del “contexto”<sup>1</sup>. En él la materialidad del cuerpo es rebasada, resignificada y hasta sublimada y, los cuerpos son entonces,

<sup>1</sup> Sobre la existencia del “cuerpo material” se teje un complejo entramado de significados que provocan que la materialidad del mismo sea siempre rebasada, resignificada y hasta sublimada, construyendo cuerpos en contexto, cuerpos significantes que interactúan y socializan diferencialmente, en función de sus respectivos contextos.

hechos en función de su contexto, es decir, de la manera que interactúan, significan y socializan de formas diversas.

Pitarch (2011), en su documento “Los cuerpos mayas: esbozo de una antropología elemental indígena” muestra que para los mayas tzeltales hay distintos cuerpos y el significado que cada uno de ellos adquiere por su propiedad: el “cuerpo-carne”, unión de carne y fluidos que forman un conjunto segregable en partes, un objeto sensible, pero sin capacidad de relación social con los demás seres, y que representa una cualidad substancialmente homogénea entre humanos y animales; y el “cuerpo-presencia”, un sujeto activo de percepción, sentimiento y cognición, comprometidos en una relación intersubjetiva con cuerpos de la misma especie.

Es lo que podríamos decir: un cuerpo material y uno substancial; uno objetivo, el otro subjetivo. Lo que algunos llamarían cuerpo y alma o cuerpo y esencia. Para ellos, el “cuerpo-carne” comprende el conjunto del cuerpo humano excepto los huesos, el cabello, el resto del vello corporal y las uñas. La razón de ello es que por estas partes no circula la sangre, lo que parece ser, en efecto, el elemento básico que define el cuerpo-carne. “La sangre da vida a la carne, si se corta la carne brota sangre”; el cuerpo-carne es “por donde circula la sangre, donde se recibe el aire, donde respira [la carne]” (Pitarch *op. cit.*: 153).

El “cuerpo-presencia”, el *winkilel*, comprende el conjunto del cuerpo humano que incluye el cabello, las uñas y los huesos. El cuerpo-presencia es la figura, la forma corporal, el semblante, la forma de hablar, la manera de caminar, de vestir la ropa. El cuerpo-hueso es un cuerpo que evoca la presencia y que es parte del cuerpo de la persona, sigue manteniendo su esencia, no se descompone, no se pudre, no se transforma.

En este sentido podemos ver que las concepciones de lo que se considera cuerpo varía con el contexto. Mientras en el caso de los mayas-tzeltales la esencia y la evocación de la persona es lo que remite a lo humano, el remanente se degrada, permuta y ya no evoca más a la persona que fue, en el pensamiento de muchas personas de nuestra sociedad actual y mediata existe la creencia de cuerpo y alma, y puede ser que los dos elementos evoquen a la persona. De ahí la importancia de lo que permite el recuerdo del ser querido: ¿Qué provoca esa remembranza? Varía con la persona, el grupo, la religión y la cultura, pero generalmente está almacenado y materializado dentro de un referente corporal, llámese cabello, uñas, huesos, cenizas o alguna pertenencia.

Desde una perspectiva psicosocial, se entiende al cuerpo como el asiento y contenedor de la psique, como una dimensión temporal de “realidad subjetiva vivenciada” (Galindo y Herrera 2017: 4), que se conforma por dos dimensiones; la física o el “cuerpo”, y la subjetiva o “corporalidad”.

La integralidad del cuerpo y la corporalidad es el fundamento de la relación que el sujeto establece con la naturaleza y con el resto de los seres vivos que lo rodean, además de ser su vehículo para accionar en el mundo.

El cuerpo se configura como la imagen visible de la corporalidad y cobra sentido dentro del contexto sociocultural, al constituirse como un elemento simbólico y polisémico, por lo que se puede considerar que “el cuerpo está en el mundo social, pero el mundo social está en el cuerpo” (Bourdieu 1990: 41).

En el cuerpo se inscriben los símbolos de los procesos históricos, sociales y políticos, además de remitir al testimonio de la existencia del otro, por lo que los ritos mortuorios y el tratamiento que se da a los restos del cuerpo sin vida cobran especial relevancia para los procesos de duelo y el restablecimiento del orden vital.

Por tanto, en la esfera de lo forense es importante que la recuperación de restos humanos se realice de forma minuciosa para restablecer todos los elementos debido a que independientemente de ser útil como evidencia en la investigación judicial, los restos de una persona, más que simples objetos de interés científico, son importantes por su contenido social y simbólico como vestigios de la existencia de la persona (Blau 2009). Lo material es lo que le otorga trascendencia a la persona que ha muerto; así, lo recuperado puede ser significativo en la reconstrucción de la verdad, posibilitar el acceso a la justicia y el rescate de la memoria. Para un padre puede ser reconfortante recuperar el cabello de su hija, volver a observar la dentadura perfecta de su hijo que tanto presumía entre los amigos, los brackets de estrellita que tanto pidió su niña, las uñas planas del chico con las que tocaba con maestría la guitarra, los fragmentos de hueso carbonizado que podrían corresponder a la madre desaparecida dos años atrás al salir de la maquila; son un elemento simbólico que atestigua que esa persona existió, es un referente de la existencia de sus seres queridos y de un nosotros.

Por lo expuesto, es importante definir los conceptos de *cuerpo muerto*, de *cadáver* y establecer el alcance de los *atributos de persona*, para dar paso a

otro análisis y responder a preguntas, como ¿poseen derechos humanos? y ¿cuál es su trato éticamente correcto?

## CONCEPTOS DEL CUERPO MUERTO

Un cuerpo muerto está constituido por los restos físicos que deja un ser vivo tras fallecer. Con base en el Reglamento de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 314, un cadáver: “es el cuerpo humano en el que se ha comprobado la pérdida de la vida”<sup>2</sup>. La ley regula el resto del organismo etiquetándolo como órganos<sup>3</sup>, tejidos<sup>4</sup> y productos<sup>5</sup>, cuando forman parte del cadáver o cuando estos se encuentran de manera aislada o separada.

En el campo etimológico Diez-Díaz (1983) nos explica que la palabra cadáver proviene de tres raíces latinas: *cara*, *data* y *vernīs*, que significan en conjunto: carne entregada a los gusanos. Otra interpretación etimológica establece su procedencia del latín *caedere*, que significa caer. Producto de una lucha que es la agonía, que deriva de *agón* (lucha), que acabada produce la pérdida de la vida y, por ello, al cuerpo resultante se le designa como caído o cadáver (Mendoza 2013).

Al hablar sobre el cadáver, conforme a la Ley de Salud vigente en la República Mexicana, el cadáver humano pertenece al Estado, quien vela por la salud pública al normar la inhumación y la exhumación de restos humanos que están fuera del alcance de la población, por ello se considera como delito disponer, retener o utilizar restos mortuorios. Es contrario a la norma de salud que los familiares del difunto dispongan del cadáver o

<sup>2</sup> Sobre la existencia del “cuerpo material” se teje un complejo entramado de significados que provocan que la materialidad del mismo sea siempre rebasada, resignificada y hasta sublimada, construyendo cuerpos en contexto, cuerpos significantes que interactúan y socializan diferencialmente, en función de sus respectivos contextos.

<sup>3</sup> Órgano: Entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño del mismo trabajo fisiológico.

<sup>4</sup> Tejido: Entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

<sup>5</sup> Producto: Todo tejido o substancia excretada o expelida por el cuerpo humano como resultante de procesos fisiológicos normales, considerándose como productos la placenta, los anexos de la piel.



cualquiera de sus partes, salvo el derecho-obligación de darle sepultura y de disponer de partes separadas del cuerpo para investigación científica (Mendoza 2014).

En este punto es necesario hacer una pausa y establecer si un cadáver mantiene cualidades humanas o si se trata de un objeto, para así determinar su naturaleza jurídica. Al respecto hay teorías que hablan de considerarlo como semipersona o que aún conserva parte de lo que es una persona. No obstante, la mayoría de los doctrinarios afirman que se trata de una cosa, de un objeto despojado de los atributos humanos, pero que deberá tratarse con respeto, quedando sujeto a lo que sus seres queridos o familiares dispongan como pertinente sobre la extinción del mismo, dentro de lo permitido por la ley. Por tanto, es necesario definir la significación que socialmente se le atribuye al cuerpo inerte de una persona y los comportamientos que frente a él asumimos.

En palabras de Broadbent (2011: 1) “los muertos no tienen derechos como tales porque no existen como personas”, sin embargo, se tiene hacia ellos una obligación moral de respetar su memoria tal y como eran antes de morir. Han dejado de tener derechos y por tanto han dejado de ser personas. Una vez muertas las personas, los intereses y obligaciones son transmitidos a los vivos, quienes tienen una obligación moral, lo que conlleva también un aspecto de ética, que consideramos como bueno y malo: lo que es moralmente aceptable en determinada cultura.

Esto ocurre debido a que el esquema de conocimientos con que miramos y nos acercamos al cuerpo muerto, procede de una perspectiva dualista, individualista y fragmentada. Se considera dualista, a partir de que Descartes estableció la separación entre los procesos físicos y los mentales, por lo que se considera al cuerpo humano como un ente mecánico, conformado por diversas partes articuladas, y no como una unidad vital, lo que ha generado que en los tiempos actuales enfrentemos una escisión de la concepción del ser humano y por ende del cuerpo.

Se considera individualista, por el ensalzamiento del desarrollo del sujeto por encima de lo colectivo y la comunidad, lo que ha propiciado la ruptura con los referentes simbólico-culturales, esto desarraiga al cuerpo de su tierra y sus orígenes y favorece la cosificación del ser humano vivo y muerto.

La fragmentación deviene de lo previamente descrito a partir de la escisión entre los procesos físicos y mentales y la ruptura entre la

comunidad y el individuo; esto resulta de la construcción positivista del cuerpo, lo que determina las maneras de acercarnos a él.

Perosino (2013) propone que para lograr una aproximación integral al cuerpo muerto, ésta se realice en estricta relación con la identidad y la propiedad, partiendo desde una mirada hermenéutica interdisciplinaria y ética, lo que permite transformar el punto de enfoque y pensar sobre los derechos del cadáver.

Como cosa, el cadáver es un bien sobre el cual se puede desplegar el poder jurídico. Todo poder, sin embargo, requiere de límites en su ejercicio para ser legítimo, y más aún tomando en consideración el valor social especial que denota el cadáver, lo que genera que éste requiera de una protección adecuada. El resguardo que legislativamente se brinda al difunto, y que manifiesta su condición de bien jurídico protegido, son algunas regulaciones y prohibiciones que a continuación se mencionan.

Para iniciar, nadie puede ser enterrado o cremado después de su fallecimiento sino hasta después de transcurridas veinticuatro horas, contar con certificado de defunción expedido por un médico legalmente autorizado y con la autorización del Juez del Registro Civil, como lo establece el Código Civil Federal (artículo 117).

Toda la reglamentación y disposición sobre el manejo de cadáver es normado por la Ley General de Salud, mientras que las conductas punibles lo están en el Código Penal Federal (artículos 280 y 281), así como en los artículos 207 y 208 del Código Penal de la Ciudad de México, para el caso de nuestra entidad.

Las prohibiciones son: 1) ocultar, destruir o sepultar un cadáver, restos o feto humanos sin la orden de la autoridad que deba darla o sin los requisitos exigidos por los Códigos Civil y Sanitario o leyes especiales; 2) exhumar un cadáver, restos o feto humanos sin los requisitos legales o con violación de derechos; 3) violar un túmulo, sepulcro, sepultura o féretro; o 4) profanar un cadáver o restos humanos con actos de vilipendio, mutilación, brutalidad o necrofilia; 5) no pueden ser objeto de propiedad y 6) no deben ser usados como alimento.

En resumen, los cadáveres siempre deben ser tratados con respeto, dignidad y consideración. Sin embargo, de manera explícita sólo está plasmado en el artículo 346 del Código Penal del Estado de Guerrero. Asimismo, es importante resaltar que ninguna ley determina o regula el tratamiento dado al cadáver por servidores públicos al momento de su

recuperación, análisis, exhumación e inhumación en el momento de una diligencia forense.

#### EL TRATO ÉTICO AL CADÁVER

El trato al cadáver y la labor del profesionalista forense es entonces una noción ética. La ética es definida como el conjunto de principios o estándares que regulan la conducta de un individuo o grupo (Bottorf 2003 tomado de Blau 2009). La ética como supuesto de la búsqueda del bien puede definirse del mismo modo como “una filosofía o un sistema moral” (Sellevold 2012: 141). Por tanto, lo que es considerado como bueno, correcto, malo o equivocado varía con la persona y la cultura. Las relaciones que las personas establecen con los restos de sus antepasados dependen en grado importante de las creencias religiosas, de las emociones, de la ideología y los significados que se le atribuyen.

Al referirse a un cadáver se admite de manera generalizada en la conciencia social y jurídica, como acabamos de mencionar, que debe ser tratado de manera respetuosa y digna, apelando a la sensibilidad, compasión y bondad hacia los semejantes.

Algunos autores señalan que deben ser respetados los derechos humanos de los cadáveres, no obstante, como hemos señalado, al morir la persona deja de serlo, deja de ser un sujeto para convertirse en objeto cuya regulación recae en las normas establecidas por la legislación de una nación.

Los derechos humanos, independientemente de nuestras convenciones, son meras ficciones. Las declaraciones universales de los derechos humanos son declaraciones de buenas intenciones en las que se defiende la promulgación de leyes positivas que imponen ciertas obligaciones y prohibiciones. En realidad, los derechos no existen *per se* y sólo está justificado hablar de ellos en contextos retóricos, donde el buen fin quizá justifique su uso en el lenguaje. Es decir, que los actos que estos derechos protegen y los consideramos como buenos o malos son en sí una valoración subjetiva.

Existen diversas aproximaciones que justifican los derechos humanos: el iusnaturalismo refiere que estos son comunes a todos los seres humanos, mientras que el consensualismo plantea que sólo se validan a partir del consenso social que surge del diálogo y no a partir del contrato

social; este ejercicio dialógico se sostiene a partir del reconocimiento de la dignidad del otro, por lo que la defensa de los Derechos Humanos se actualiza mediante la indignación y humillación que genera el otro sufriente por las violaciones a la dignidad (Perosino *op. cit.*).

La perspectiva de los derechos humanos en relación con el abordaje del cuerpo muerto se justifica a partir de la consideración moral de lo que es “bueno” para “todos” y que es indispensable para garantizar y proteger la dignidad humana (Habermas 2010, en Perosino *op. cit.*).

Desde la perspectiva multi e intercultural, los derechos humanos se sustentan a partir del reconocimiento de una identidad que tiene una dimensión manifiesta en la intraculturalidad que se expresa en la vida cotidiana y cobra significado en el seno de la propia cultura (Habermas 2010, en Perosino *op. cit.*).

Hablar de Derechos Humanos en cadáver es hablar sobre algo subjetivo, son valores y normas que configuran y limitan la acción humana, difíciles de sostener cuando la persona ha dejado de serlo, es mejor hablar de principios éticos en su tratamiento y la procuración de los derechos humanos de los familiares, si bien, no hay que olvidar que los muertos que son producto en su mayoría de muerte violenta y de desaparición, son en realidad una materialización de la violación de los derechos humanos en vida. Han sido atacados en su derecho a la identidad, en su derecho a ser sepultados de manera digna y en el sitio que había de ser designado por la familia o él mismo antes de morir. Además de la pérdida de libertad, de integridad física, de derecho a la vida, derecho a la justicia, derecho a saber qué le sucedió, derecho a procesos de ley.

Al ser el cuerpo humano sujeto de violaciones a derechos humanos, se convierte él y sus familiares en víctimas que encarnan la expresión de la violencia estructural, por lo que es responsabilidad directa del Estado emprender las acciones pertinentes para reivindicar los derechos violentados con base en el acceso a la verdad, justicia y reparación, ya que de lo contrario se conformaría la revictimización derivada de violencia institucional.

En nuestro país incluso la violación y la ausencia de un trato ético encuentra su expresión más culminante en los procesos de recuperación, estudio, identificación y entrega a sus familiares. Muchas veces una persona no sólo sufre en vida una serie de actos violentos y enajenaciones, sino que su maltrato se extiende hasta la muerte.

## LA FUNCIÓN HUMANITARIA DE LAS CIENCIAS FORENSES

Las ciencias forenses, además de cumplir una función legal realizan una función humanitaria. Este esfuerzo se volvió histórica y políticamente significativo en las últimas décadas del siglo XX en el contexto de la determinación de las cifras, identidades y causas de muerte de las víctimas de crímenes de Estado y conflictos violentos, devolviendo los cuerpos a familiares por violaciones como crímenes contra la humanidad y genocidio. En el caso de la antropología forense su fundamento humanitario versa en dos sentidos: el adjudicativo, que permite establecer quién(es) y cómo se cometió el delito, para la persecución de éste y así procurar el derecho a la verdad, la justicia y la reparación del daño<sup>6</sup> y, el segundo, como una función restauradora procurando la identificación científica y evitar la acumulación de personas no identificadas y, en la medida de lo posible, aliviar el dolor a través de la entrega y retorno a los familiares.

Lo anterior, tiene sus antecedentes en Argentina, uno de los primeros países en combinar el uso de la antropología y las ciencias forenses como una herramienta legal para hacer cumplir la ley ante las atrocidades y violaciones de los derechos humanos a través de la responsabilidad judicial (Kimmerle 2013). Otros ejemplos más pueden revisarse en otros países de América Latina, así como Europa y África: Yugoslavia y Ruanda, respectivamente, donde han existido una gran cantidad de víctimas de desaparición y la investigación y los esfuerzos humanitarios se han centrado en la identificación y entrega a familiares y conocidos, más que en la persecución criminal; pero poniendo especial atención en la preservación y registro de la evidencia física de los delitos cometidos a fin de evitar su pérdida y obtener la procuración de la ley, aunque sea muchos años después.

Como puede apreciarse, el modelo del quehacer de la antropología forense ha sido cambiante no sólo históricamente, sino en términos geopolíticos. En nuestro país, en el contexto de las búsquedas realizadas por los familiares, una de las funciones humanitarias y reparadoras es el trato humanitario y ético de los restos hallados en las fosas clandestinas

<sup>6</sup> Esta es la más importante función humanitaria del trabajo forense en el ámbito de los derechos humanos, ya que permite demostrar la culpabilidad denunciando las violaciones a las autoridades (Thomsen 2017).

por el significado que conlleva el hallazgo de los restos y la posibilidad de ser el familiar que están buscando. En México, la principal influencia en las familias ha sido el sentido humanitario de la antropología forense en Latinoamérica por la emergencia de una gran cantidad de cuerpos sin identificar y el contexto político e histórico actual, en el que no se cuenta aún con las condiciones necesarias para la impartición de la ley y la justicia. Las ciencias forenses y el entorno jurídico en el cual se aplican pueden contribuir a que la intrincada sumatoria de delitos no culmine en el éxito de la acción criminal, mediante la aplicación del método científico y el rescate de la dignidad, dibujando lo que la desaparición borró. Se debe de dar cuerpo al desaparecido, encontrando correspondencia entre la identidad que poseía *antemortem* y las características que los restos humanos aportan para identificarlos y develar las circunstancias alrededor de la muerte para encontrar pruebas que fundamentarán luego la actuación del procurador de justicia, restituyendo sus derechos, devolviéndole su humanidad y atestigüando su existencia.

El Estado tiene la obligación de buscar, exhumar, identificar y devolver los restos humanos, así como apoyar a los familiares en sus derechos a la verdad, la justicia y a la reparación. En el caso de los juicios es imprescindible saber qué sucedió y estar en posibilidad de acreditar el crimen ante el tribunal por medio de pruebas científicas. En el trabajo con las víctimas está más que reconocido el derecho de los familiares a saber qué sucedió con su ser querido (Mejía 2015).

Este “derecho a saber” ha sido un principio crítico para el humanismo forense y es un reflejo de la importancia y el papel de las familias de los desaparecidos en su trabajo. Es una norma ahora crucial para el trabajo humanitario forense y constituye una piedra angular de su desempeño y entrenamiento. El “derecho a saber”, el “derecho a la verdad” fue adoptado como Resolución por la Comisión de Derechos Humanos de las Naciones Unidas en el 2005 (Comisión de Derechos Humanos de la ONU 2005).

La evolución jurídica de los años ochenta contribuyó a la profesionalización y la expansión de la ciencia. En 1986, el Comité Internacional de Derechos Humanos de los Abogados de Minnesota redactó directrices en las que se delineaban métodos para investigar crímenes de lesa humanidad. El Protocolo de Minnesota, adoptado en 1989 (2016) por la ONU, proporcionó un modelo para investigar las ejecuciones extrajudiciales, arbitrarias y sumarias, y realizar autopsias, exhumación y análisis de los

restos humanos en el marco de las normas internacionales de derechos humanos. El manual se convirtió en un modelo para otros documentos de las Naciones Unidas sobre ciencias forenses, incluido el Manual de la ONU para la investigación y documentación de la tortura, también conocido como Protocolo de Estambul, 1999 (2001), y también para la primera resolución de la ONU sobre derechos humanos y ciencias forenses adoptado por la Comisión de Derechos Humanos de la ONU en 1992.

La práctica humanitaria formal está regulada por el Derecho Internacional Humanitario, la Convención de La Haya de 1907, por los Convenios de Ginebra de 1929 y 1949 y los Protocolos Adicionales de 1977, y por el Estatuto de la Corte Penal Internacional, en donde el fin es el respeto por cada muerto, devolución a familiares y ser enterrados o tratados de acuerdo a los ritos prescritos culturalmente, regulando su tratamiento, específicamente la búsqueda, recolección, tratamiento, devolución, disposición e identificación de los muertos (Moon 2016); si bien todo ello está dirigido a conflictos de guerra, son también referenciados para casos de crímenes por violencia interna, como sucede en México.

Asimismo, cuando las muertes son víctimas de desastre, la Interpol señala que los seres humanos tienen derecho a no perder su identidad después de la muerte, y en caso de no ser reclamados, no deben ser cremados o, sólo en circunstancias excepcionales, deben ser sepultados en tumbas individuales y no colectivas (Moon *op. cit.*). Aquí la regulación es dada para los vivos, quienes deben de actuar de manera concordante con las normas.

## EL PROCESO DE BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN EN MÉXICO

En México, el 14 de marzo de 2012, el Grupo de Trabajo sobre Desapariciones Forzadas o Involuntarias (GTDFI) de la ONU, entregó el informe sobre su visita a México. En él confirmó la problemática reportada por las organizaciones de la sociedad civil y en sus párrafos 49 y 50 resaltó la inexistencia de reglas claras para realizar procesos de exhumación, almacenamiento e identificación de restos mortales (OHCHR 2011).

Se señaló que en 2011 se habían descubierto muchas fosas clandestinas pero los hallazgos no eran resultado de un esfuerzo del gobierno en

la búsqueda de personas desaparecidas. El proceso para la identificación de los restos en dichas fosas presentaba insuficiencias tales como falta de equipos forenses profesionales para identificar propiamente los cuerpos, la poca o nula comunicación con los familiares, falta de cruzamiento de la información con diferentes bases de datos y fallas en la conservación de archivos suficientes sobre aquellos cuerpos que fueron enterrados en cementerios municipales.

Se mencionó que, en diferentes instituciones, la información sobre las personas desaparecidas era recabada sin un método determinado, por lo que se encontraba muy dispersa y en ocasiones incompleta. Este hecho dificultaba la observación de las dimensiones reales del problema, el número de casos registrados, investigados y procesados; el número de cadáveres exhumados e identificados; las instituciones responsables y el número de solicitudes de reparación presentadas<sup>7</sup>.

Por último, en las observaciones finales del Comité contra la Desaparición Forzada en febrero del 2015 (ONU 2015) sobre el informe presentado por México, en virtud del artículo 24 de la Convención Internacional para la Protección de todas las Personas contra las Desapariciones Forzadas, párrafo 3, señala que el Estado debería redoblar sus esfuerzos con miras a la búsqueda, localización y liberación de las personas desaparecidas y, en caso de fallecimiento, para la búsqueda, respeto y restitución de sus restos.

Asimismo, en vías de mejorar la situación, fue creado el Sistema Nacional de Búsqueda de Personas como un mandato de la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de noviembre de 2017, y que entró en vigor el 16 de enero de 2018. En dicha ley se establece la coordinación entre muchas instituciones y la creación de las siguientes instancias, programas y documentos: Protocolo Homologado de Búsqueda, Protocolo Homologado de Investigación, Programa Nacional de

<sup>7</sup> En febrero de 2015, el Comité contra las Desapariciones Forzadas de la ONU (CDF-ONU) emitió nuevas recomendaciones respecto del informe elaborado por el Estado mexicano donde da cuenta del trabajo que ha realizado para cumplir con la Convención Internacional para la Protección de Todas las Personas contra las Desapariciones Forzadas (CID) (CDF-ONU 2015).



Exhumaciones e Identificación Forense, Registro Nacional de Personas Extraviadas y Desaparecidas, Registro Nacional Forense, Registro Nacional de Fosas Clandestinas, Consejo Nacional Ciudadano, entre otros. Labor en la que actualmente se encuentran diversas instituciones gubernamentales (en proceso) contando para ello con algunos especialistas forenses. Sin embargo, esto ha hecho evidente la falta de antropólogos forenses para la complementación e integración de información que resulte en un sistema efectivo de identificación.

La recuperación de cadáveres generalmente es caótica y desorganizada, sea en fosa clandestina o fosa común. Para ello están los protocolos de actuación, no obstante, en su mayoría se desconocen o no se cumplen, dejando de lado el interés y los derechos de las familias, así como el trato ético al cadáver.

La recuperación debe ser inmediata en la medida de lo posible para aumentar las posibilidades de identificación y disminuir la victimización de los familiares. Debe ser metódica y exhaustiva para no perder elementos corporales, recuperar la mayor cantidad de información respecto a las circunstancias de la muerte o de la deposición. No dejar en el sitio de recuperación ni un solo elemento corporal o tejido, mucho menos ropa, calzado u otro objeto personal e indicios asociados. La recuperación debe ser respetuosa para no lesionar ni degradar los cadáveres o restos, y no lastimar emocionalmente a la familia; los cuerpos deben ser depositados en bolsas para cadáver o, bien, en bolsas cajas de plástico cuando ya sólo se trate de restos óseos, no en bolsas que en otras situaciones sean utilizadas como bolsas de desperdicios, ya que esto provoca una sensación de deshecho en las familias; buscar su preservación mediante un almacenamiento rápido y refrigerado; ser envueltos de manera individual; no ser arrastrados, ni mutilados; la intervención debe ser hecha por especialistas en la materia; los cadáveres y elementos corporales deben ser etiquetados, registrados y fijados de manera escrita y fotográficamente.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Dentro de la labor ética forense una exhumación cumple varios propósitos importantes, incluida la recuperación de los restos para el examen físico y el análisis para su identificación: liberación de restos a familiares para facilitar arreglos funerarios y sanación emocional; documentación de

lesiones y otras pruebas para procesos judiciales y para descubrir abusos contra los derechos humanos; búsqueda de pistas que puedan ayudar en la reconstrucción histórica de eventos y revelaciones para crear conciencia, y el reconocimiento que es necesario a fin de sanar y sacar lecciones para el futuro de la comunidad. Todo el proceso de exhumación es intrincado y delicado, por lo que se requiere de personal bien entrenado y altamente calificado con experiencia en varias disciplinas de la ciencia forense y con profundas cualidades humanas.

Los restos humanos identificados deben ser entregados a los familiares o interesados, mientras que los que no son reclamados deben ser perfectamente almacenados y protegidos. Lamentablemente, en México, donde los derechos humanos son objeto de serios abusos y existe un número abrumador de casos de personas desaparecidas, no existen tampoco, en ocasiones, mecanismos para prevenir, disuadir o rectificar esos abusos en cadáveres o restos humanos.

Es necesario que los servicios periciales estén bien organizados, financiados de manera adecuada y debidamente equipados, con participación activa en el manejo de la recuperación y la identificación de personas desaparecidas, con enfoques retrospectivos y proactivos. Éstos son la clave para el trabajo de protección de los derechos humanos en la exhumación, la identificación, la recopilación y la gestión de datos personales que ayudarían a resolver la cuestión de las personas desaparecidas.

Finalmente, es necesaria también no sólo la capacitación sino además la sensibilización del personal, hacerles entender que, si bien los muertos ya no tienen derechos *per se*, deben ser protegidos de un trato indigno, cuyo manejo implica las emociones y los sentimientos de las familias que en los restos de la víctima depositan la remembranza y memoria de sus seres queridos. Es el cuerpo al que pueden llorar y con el que pueden recordar la persona que fue, perpetuándola y dignificándola; así, lo material otorga trascendencia.

Es preciso establecer un nexo de empatía con el familiar no sólo para obtener información útil para la identificación, sino para establecer una relación de confianza y hacer notar a la familia que su contribución es significativa en el establecimiento de la identidad y la procuración de justicia ayudando en el proceso restaurativo de la situación familiar y social.

Recordemos que como tratemos al otro, nos tratamos a nosotros mismos, ya que nada de lo humano nos es ajeno.

## REFERENCIAS

## ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS DERECHOS HUMANOS

- 2001 Protocolo de Estambul Manual para la investigación y documentación eficaces de la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes, Naciones Unidas. Ginebra y Nueva York.

## ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS DERECHOS HUMANOS

- 2015 La desaparición forzada en México: una mirada desde los organismos del sistema de Naciones Unidas, Organización de las Naciones Unidas, Comisión Nacional de los Derechos Humanos. México. Disponible en: <[http://www.hchr.org.mx/images/2015\\_DesapForz\\_CNDH\\_ONU-DH\\_WEB.pdf](http://www.hchr.org.mx/images/2015_DesapForz_CNDH_ONU-DH_WEB.pdf)> [consulta: 25 de julio del 2017].

## ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS DERECHOS HUMANOS

- 2016 Revision of the UN Manual on the Effective Prevention and Investigation of Extra-Legal, Arbitrary and Summary Executions the Minnesota Protocol, Naciones Unidas.

## BLAU, S.

- 2009 More than just bare bones: ethical considerations for Forensic anthropologist, Blau, S. y D. Ubelaker, *Handbook of Forensic Archaeology*, World Archaeological Congress. Research Handbooks in Archaeology.

## BOURDIEU, P.

- 1990 *Sociología y Cultura* (trad. Martha Pou). México. Disponible en: <<http://www.scribd.com/doc/13032293/Bordieu-Pierre-Sociologia-y-Cultura>> [consulta: 25 de julio del 2017]

## BROADBENT, R.

- 2011 Do we have moral obligations to the dead? Ensayo de Filosofía, Durham. Disponible en: <<https://www.academia.edu/people/search?utf8=%E2%9C%93&q=Do+we+have+moral+obligations+to+the+dead%3F>> [consulta: 2 de octubre de 2018]

## CÓDIGO CIVIL FEDERAL, MÉXICO

- 1928 México, Diario Oficial de la Federación.

## CÓDIGO PENAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO

2002 México, Gaceta Oficial del Distrito Federal.

## CÓDIGO PENAL DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

2014 Guerrero, México, Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

## CÓDIGO PENAL FEDERAL, MÉXICO

1931 México, Diario Oficial de la Federación.

## COMISIÓN DE DERECHOS HUMANOS 2005/66

2005 El derecho a la verdad, Office of the High Commissioner for Human Rights. 20 de abril 2005, E/CN.4/RES/2005/66.

## DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, MÉXICO

2017 Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personal.

## DIEZ-DÍAZ, J.

1983 *Los derechos físicos de la personalidad*, Santillana, Madrid.

## GALINDO, H. Y S. HERRERA

2017 Cuerpos de mujeres: Proceso de desvictimización, *Revista de Estudios de Género*, La Ventana, Universidad de Guadalajara, México, vol. V. núm. 45: 88-119.

## KIMMERLE, E. H.

2013 Forensic Anthropology: A human rights approach, Tersigni-Tarrant, M.T.A. y Shirley, N.R. (eds.), *Forensic Anthropology: an introduction*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 421-438.

## MEJÍA, M.

2015 La entrevista a familiares, herramienta de la antropología forense en el marco de la desaparición forzada de personas, tesis de licenciatura en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

MENDOZA, L.

- 2014 Los derechos de la personalidad, capítulo segundo *La acción civil del daño moral*, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Serie: Estudios Jurídicos, Universidad Nacional Autónoma de México, 235: 23-50.

MENDOZA, M.

- 2013 Apuntes sobre la naturaleza jurídica del cadáver: análisis de las diversas teorías y la posición que asume el ordenamiento jurídico peruano frente a estas, *Revista Foro Jurídico Pontificia Universidad Católica del Perú*, 12: 51-61

MOON, C.

- 2016 Human rights, human remains: forensic humanitarianism and the human rights of the dead, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, John Wiley & Sons Ltd., Oxford, UK, Malden, USA.

OHCHR (OFICINA DEL ALTO COMISIONADO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS DERECHOS HUMANOS)

- 2011 Informe del Grupo de Trabajo sobre las Desapariciones Forzadas o Involuntarias, Consejo de Derechos Humanos. Disponible en: <[http://www.ohchr.org/Documents/HRBodies/HRCouncil/RegularSession/Session19/A-HRC-19-58-Add2\\_sp.pdf](http://www.ohchr.org/Documents/HRBodies/HRCouncil/RegularSession/Session19/A-HRC-19-58-Add2_sp.pdf)> [consulta: 25 de julio del 2017].

PEROSINO, M. C.

- 2013 Umbral, Praxis, Ética y Derechos Humanos en torno al cuerpo muerto. Disponible en: <<http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/1653>> [consulta: 3 de septiembre de 2018].

PITARCH, P.

- 2011 Los dos cuerpos mayas: esbozo de una antropología elemental indígena, *Estudios de Cultura Maya*, vol. 37: 149-178.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- 1985 Diario Oficial de la Federación, México.

SELLEVOLD, B. J.

- 2012 Ancient skeletons and ethical dilemmas, Fosshrim, H. (ed.), *More than just bones. Ethics and Research on human Remains*, The Norwegian National Research Ethics Committees. Forskningsetiske, Komiteer: 21-48.

THOMSEN, L.

- 2017 Ethical considerations for forensic scientists participating in humanitarian action: A personal reflection. *Forensic Science International*. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.029>> [consulta: 25 de julio del 2017]

VERA, J. L.

- 2008 *Mente y cultura: ¡emergencia!*, *Mente, cultura y evolución*, Suplemento 46.



# FILOGENIA Y COMPORTAMIENTO: IMPLICACIONES EN ESTUDIOS PRIMATOLÓGICOS

Bernardo Urbani\* y Martín M. Kowalewski\*\*

\*Centro de Antropología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.  
Caracas, Venezuela

\*\*Estación Biológica Corrientes, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. Corrientes, Argentina

## RESUMEN

Uno de los aspectos relevantes que deben considerarse cuando se quieren comprender los fenotipos existentes entre los primates vivientes es entender la importancia de la filogenia en la variabilidad del comportamiento del orden. Por tanto, en este ensayo comenzamos a explorar la relación entre la filogenia y el comportamiento y las posibles restricciones que ésta ofrece a la expresión de comportamientos. Para ello, se realizó una amplia revisión teórica del tópico y se revisaron cinco géneros de primates neotropicales *Alouatta*, *Saguinus*, *Sapajus*, *Cebus* y *Saimiri*, tomando las tres últimas especies como grupo superior: Cebinae. Se compararon variables características de los géneros como el tamaño del grupo, el número de hembras reproductoras, los patrones de filopatría/dispersión, el ámbito hogareño, la preferencia del hábitat, la cognición, el comportamiento alimentario, el comportamiento locomotor y el periodo de gestación. La comparación indicó que algunas variables son más conservadoras que otras en los diferentes grupos considerados y, por tanto, determinadas por la filogenia. Estos resultados sugieren que es necesario comprender la filogenia, ya que ofrece la oportunidad de identificar patrones de comportamiento que son conservadores en un organismo, y discrimina aquellos que son adaptaciones en función del entorno donde habitan.

PALABRAS CLAVE: platirrinos, primates neotropicales, primatología, bioantropología, filogenia, etología.



## ABSTRACT

Nonhuman primates exhibit variable phenotypes. In this regard it is important to take into account the role played by phylogeny in the variability of the behaviors expressed by living primates. Therefore, in this essay, we explored the relationship between phylogeny and behavior, and the possible restrictions that it offers to the expression of behaviors. For this, we conduct an ample revision of the topic and chose five genera of Neotropical primates *Alouatta*, *Saguinus*, *Sapajus*, *Cebus* and *Saimiri*, taking the last three species as an upper group: Cebinae. We did a literature review on characteristic variables of each group including group size, number of breeding females, philopatry/dispersion patterns, home range, habitat preference, cognition, dietary behavior, locomotor behavior, and gestation. Our results suggested that some variables are more conserved than others in the different groups considered, and therefore, determined by phylogeny. These results suggest that it is necessary to understand the phylogeny to interpret behaviors. Consequently, phylogeny offers the opportunity to identify patterns of behavior that are conservative in an organism, and discriminates those that are adaptations to the habitas where they live.

KEYWORDS: platyrrhines, neotropical primates, primatology, bioanthropology, phylogeny, ethology.

## INTRODUCCIÓN

Entender los procesos evolutivos del Orden Primates es cada vez más imperativo para la cabal comprensión de la disciplina primatológica. Para ello, es fundamental entender el rol que cumple la filogenia en los primates y así poder modelar y someter a prueba hipótesis en torno a la variabilidad del comportamiento de este orden, al cual nosotros, los seres humanos, pertenecemos. Ante tales inquietudes, vale preguntar: ¿Cuál es la relación entre la filogenia y el comportamiento? ¿Hasta qué punto la filogenia nos restringe o nos ayuda a interpretar el comportamiento? ¿El comportamiento nos ayuda a entender la filogenia (puede usarse como parte de un estudio filogenético) o debería ser visto como elemento independiente?

Para evaluar este esfuerzo disciplinario de comprender la interacción entre comportamiento y filogenia pueden considerarse como *proxies* aspectos del comportamiento, por ejemplo el tamaño y la cohesión grupales,

el número de hembras reproductoras, los patrones de filopatría, el uso del espacio (entre los que se incluyen rango y preferencia o flexibilidad del hábitat) y la cognición. Además, si bien el tema es amplio y aplicable a todos los primates, en este estudio se limita a los grupos *Alouatta*, *Saguinus*, *Cebus/Sapajus* y *Saimiri* y a la subfamilia Cebinae, no sólo por ser de interés regional al ser primates neotropicales, sino porque aspectos de su biología que pueden estar vinculados con aspectos conservativos (filogenia) intrínsecos de cada género o determinados por el ambiente, es decir, por factores externos al genotipo y fenotipo, y que aún no han sido comparados.

#### ASPECTOS TEÓRICOS EN LA RELACIÓN ENTRE FILOGENIA Y COMPORTAMIENTO CON ÉNFASIS EN EL ESTUDIO DE PRIMATES

Como indicó Wenzel (1992), hay pocos trabajos que abordan la conjunción de filogenia y comportamiento. Este autor sugiere que entre los conductistas, la mayoría de las obras están interesadas en el proceso de cómo se expresa el comportamiento; por el contrario, los filogenistas enfatizan el uso de rasgos compartidos para crear su reconstrucción esquemática. La falta de comunicación entre ambos grupos académicos está latente, curiosamente, cuando se sabe que “los personajes conductuales fueron críticos para definir o apoyar un esquema filogenético” (Wenzel *op. cit.*: 362). Esa falta de comunicación, indicada hace más de dos décadas, aún sigue vigente. Harvey y Purvis (1991) sugirieron que los métodos comparativos son útiles para relacionar la ecología y el comportamiento con la reconstrucción filogenética. Las intersecciones del conservadurismo de nicho filogenético (o inercia filogenética) y las respuestas fenotípicas a factores selectivos son herramientas útiles, —como se verá más adelante—, para reconstruir la relación entre el comportamiento y la filogenia. Westoby *et al.* (1995) indicaron que la relación entre la filogenia y la ecología (y el comportamiento) es muy estrecha. La variación de rasgos de los organismos, incluida la organización social, a través del tiempo está correlacionada (“restringida”) con la filogenia y se mantiene ecológicamente en la actualidad. En otras palabras, estos autores sugirieron que la filogenia y la ecología, incluida la ecología del comportamiento, pueden observarse de manera estrecha y complementaria en la evaluación de la variación de los rasgos, y no como unidades de análisis exclusivas o separadas para comprender la biología de un organismo. Además, agregaron que la restricción o inercia

filogenética está intrínsecamente asociada con el marco de tiempo, por lo que la “similitud del rasgo actual entre especies se atribuye al ancestro común pasado” (Westoby *et al. op. cit.*: 533). A propósito del punto anterior, Ackerly y Donoghue (1995) sugirieron que la “restricción filogenética” generalmente se considera como la invocación para explicar la falta del cambio evolutivo en los organismos. Propusieron que la falta de cambio evolutivo expresada en la ausencia de variación en el comportamiento –y la ecología–, podría explicarse por 1) la ausencia de variación genética sustancial o 2) la selección estabilizadora (estasis).

Nunn y Barton (2001) resumieron la relevancia de incorporar la filogenia en el estudio de la ecología y el comportamiento con énfasis en estudios de primates. Plantearon que, 1) la filogenia permite la identificación de puntos de datos independientes, y para controlar el grado en que la expresión de los rasgos se debe a la herencia de antepasados comunes en lugar de los orígenes independientes; 2) la filogenia permite entender si existe correspondencia en la evolución del rasgo; y 3) debido a que diferentes *confounding variables* en morfología, comportamiento y ecología están presentes en estudios comparativos, la adición de filogenia minimiza el efecto de uso inadecuado de tales variables.

Además, Nunn y Barton (*op. cit.*) sugieren que los rasgos continuos están correlacionados con la filogenia de un organismo dado. Así que argumentaron que la expresión de un rasgo –incluso con una gran cantidad de variación intraespecífica–, como el tamaño del grupo, se debe a la filogenia, aún cuando presenta una baja correlación filogenética. Este es un tema álgido, en particular cuando los datos de comportamiento están en juego, porque puede “violar el supuesto de contraste independiente” (Nunn y Barton *op. cit.*: 93). Parece un problema todavía no resuelto, pero se pueden establecer algunas aproximaciones, como se observará en los casos de estudio (véase abajo). Por lo tanto, estos autores sugirieron que el estudio de la filogenia y el comportamiento debería integrarse, teniendo en cuenta que ambos estudios, filogenéticos y no filogenéticos, son informativos. Sin embargo, argumentaron que cuando se obtienen resultados contrastantes la explicación filogenética puede ser priorizada debido a la presencia potencial de *confounding variables*.

Probablemente, el primer intento de caracterizar la relación entre la historia evolutiva de los primates y el comportamiento en primates

fue introducido por Crook y Gartland (1966). Sugirieron que existe una estrecha interconexión entre los comportamientos que están presentes dentro de diferentes grupos de primates. Tal interconexión se puede encontrar no sólo como “adaptaciones” a factores ecológicos, sino a la historia evolutiva de los primates: los comportamientos tienen relación directa con su historia evolutiva. El documento no sugiere explícitamente que la filogenia esté relacionada con el comportamiento expresado actual, sino que ofrece una explicación temprana para explorar el rol de la filogenia en la ecología y el comportamiento de los primates. Más tarde, Kummer (1971) indicó que, en el caso de los mandriles, la “disposición filogenética” o la genética de este grupo determinó la prevalencia de ciertos comportamientos sin importar el entorno en el que se expresan. Otras investigaciones iniciaron la discusión sobre la relación entre la filogenia de los primates y el comportamiento en una fecha relativamente temprana. Primero, Sthrusaker (1969) y Jolly (1972) sugirieron que la estructura social de algunos primates africanos (*Cercopithecus* y *Papio*) es bastante conservadora cualquiera que sea el entorno en que viven, por lo que la filogenia parece estar influyendo en la expresión de tal comportamiento. Sin embargo, Jorde y Spuhler (1974) y Spuhler y Jorde (1975) ofrecieron la integración más temprana de un total de 19 variables ecológicas, sociales, de comportamiento y demográficas con la filogenia de los primates. Encontraron que las variables ecológicas/demográficas y las variables filogenéticas son independientes, pero “determinantes igualmente importantes del comportamiento social de los primates” (Spuhler y Jorde *op. cit.*).

Di Fiore y Rendall (1994) sugirieron que tanto la filogenia como los factores ecológicos influyen en la configuración de los sistemas y comportamientos sociales en diferentes especies de primates. Sin embargo, probaron el grado de contribución filogenética a la evolución del sistema social en el orden de los primates. Encontraron una fuerte evidencia sobre la filogenia como una limitante de la conducta. Por ejemplo, los cecopitecinos presentaron los rasgos de comportamiento más conservadores a pesar de ser el grupo de primates más diverso; así, este grupo era menos lável que otros o muy conservador en su historia evolutiva. Indicaron que, en el caso de los simios, hay comportamientos que son bastante conservadores, pero también está presente la labilidad en los comportamientos sociales. Esta tendencia conservadora puede deberse al hecho de que este grupo

de primates diverge en una radiación relativamente reciente, lo cual no es parsimonioso con la idea de eventos diferentes e independientes que puedan inducir comportamientos similares. Plantearon que la filogenia debería, al menos, considerarse como la hipótesis nula para comprender las características compartidas de un ancestro común en diferentes taxa de primates, incluido el estudio del comportamiento.

Rendall y Di Fiore (1996), en una revisión posterior, indicaron que la forma ideal de comprender la biología de un organismo es conocer la adaptación actual al contexto ecológico existente, así como la historia evolutiva de dicho organismo. Por tanto, las adaptaciones conductuales parecen ser el área de mayor propensión a ser tomada en cuenta para la consideración filogenética, ya que el comportamiento es la forma en que interactúan un organismo y un ambiente determinados. Indicaron que muchos trabajos parecen apuntar a que los comportamientos se conservan filogenéticamente en diferentes grupos de animales. Rendall y Di Fiore (*op. cit.*) sugirieron que comprender la filogenia puede servir para entender el porqué las especies estrechamente relacionadas se comportan de forma similar en diferentes entornos y qué tan distantemente relacionados pueden comportarse de manera similar en un hábitat particular (lábil vs. conservador).

Rendall y Di Fiore (*op. cit.*) admitieron algunos problemas en el análisis del comportamiento utilizando un enfoque filogenético, ya que 1) los resultados se basan en la selección de especies y sus comportamientos, por lo que la cantidad y calidad de la información respecto a tales comportamientos son problemáticas; 2) “la validez de las inferencias basadas en la reconstrucción depende de la precisión de esas reconstrucciones” (Rendall y Di Fiore *op. cit.*: 45); y 3) la calidad del análisis parte de la precisión de la filogenia base utilizada para dicha interpretación. Esto es particularmente crítico teniendo en cuenta que las filogenias pueden construirse utilizando diferentes conjuntos de datos (e.g.: morfología, ADN), por consiguiente, eventualmente el uso de filogenias múltiples podría ser ideal para probar su relación con el comportamiento de una manera más robusta (véase Pozzi *et al.* 2014), y 4) el uso de “rasgos de comportamiento discretos” que generalmente se describen como continuidades dentro de un grupo pueden opacar la variabilidad de dichos comportamientos. Además, sugieren que los enfoques filogenéticos no sustituyen a la ecología ni “proporcionan una explicación funcional del

comportamiento” (Rendall y Di Fiore *op. cit.*: 47), pero sirven como una herramienta interesante para comprender el comportamiento de los primates y proporcionar una forma crítica de equilibrar el efecto de los rasgos heredados y los factores selectivos que están operando en la actualidad.

Rendall y Di Fiore (*op. cit.*) también indicaron cómo la filogenia ayuda a comprender la adaptación conductual. Enfatizaron sobre el punto de la evolución convergente y la búsqueda de eventos evolutivos independientes para hacer adecuadamente la inferencia de la adaptación. Además, indicaron que la filogenia introduce la escala temporal a partir de cuándo considerar la presencia/ausencia de un rasgo de comportamiento en un organismo. Finalmente, sugirieron la necesidad de tener precaución cuando se usa la filogenia para comprender el comportamiento. En primer lugar, será imposible “falsear” las filogenias basadas en rasgos de comportamiento, porque los antepasados están ausentes, por lo que no es posible saber con exactitud cómo fue el comportamiento; en muchos casos ni siquiera una aproximación. En segundo lugar, los modelos que se crean utilizando tanto la filogenia como el comportamiento derivan sobre todo de suposiciones originales. Con base en datos precisos, tales suposiciones no son necesarias (véase arriba). Por último, el principio de parsimonia no siempre coincide con la labilidad del comportamiento. La parsimonia debe estar de acuerdo con escenarios plausibles. Rendall y Di Fiore (*op. cit.*: 51) concluyeron su afirmación sobre el uso de la filogenia en la primatología así: “Los organismos y su comportamiento son parte de un continuo evolutivo, no de puntos estáticos en ese continuo. Una perspectiva filogenética abarca explícitamente este hecho...”

Explorando a varias especies de macacos como un modelo de primates, Chan (1996: 347) sugirió que la “organización social es el producto histórico de la interacción entre la filogenia y las adaptaciones recientes. La premisa inicial es que las características de la estructura social que son observables hoy en día son productos del pasado ‘profundo’ y del pasado ‘reciente’, filtrados a través de la operación de la selección natural, así como de otros procesos estocásticos locales”. También sugirió que la organización debe ser observada bajo una visión temporal, fusionando los procesos evolutivos pasados y los eventos presentes. En otras palabras, algunos rasgos de comportamiento pueden estar muy restringidos debido a la filogenia de los primates, y otros pueden ser rasgos nuevos derivados, por lo que la intersección de la inercia filogenética y la ecología parece ser

la forma de buscar la comprensión de la evolución del comportamiento (Chan *op. cit.*; Kamilar y Cooper 2013). Thierry *et al.* (2000) y Korstjens *et al.* (2002) sugirieron que las especies estrechamente relacionadas presentarían patrones de comportamiento similares. Por tanto, si una inercia filogenética mayor restringiera el comportamiento, entonces debería haber menos adaptaciones del primate viviente al ambiente actual que a la condición filogenéticamente distante. La predicción es que si en diferentes entornos se preservan los comportamientos, dichos comportamientos están controlados filogenéticamente. Por el contrario, si el comportamiento cambia entre entornos, entonces no está determinado filogenéticamente. Thierry *et al.* (*op. cit.*) encontraron que en el caso de los macacos la constitución de su organización social parece no estar relacionada con factores ambientales, de hecho, sugirieron que la inercia filogenética parecía ser la explicación más parsimoniosa de la organización social y el comportamiento de este grupo de primates considerando que no cambian de manera significativa e independiente en los diversos entornos donde vive el género. Más recientemente, Ménard (2002) complementó los argumentos anteriores que sugieren que en los macacos la plasticidad ecológica juega un papel intrínseco en su organización. Por ejemplo, demográficamente, en ambientes “hostiles”, los grupos tienden a ser más pequeños o dividirse en subgrupos que en hábitats que son menos “hostiles”. Entonces, una función indeterminada de la plasticidad filogenética (véase abajo) y ecológica puede estar influyendo en la supervivencia de este género en una variedad de hábitats. En resumen, como lo indicaron Strier (1992, 1999, 2003) y Strier *et al.* (2014), para comprender las sociedades de primates es importante tener en cuenta la necesidad de fusionar diferentes variables independientes, como la filogenia, el comportamiento, la demografía y la ecología.

Hay otro factor que debe abordarse en este artículo respecto a la relación entre la filogenia y el comportamiento. Es la relevancia de la plasticidad fenotípica y la norma de reacción. La plasticidad fenotípica se puede definir como la posibilidad de que un organismo determinado exprese diferentes fenotipos en diferentes entornos (Schlichting y Pigliucci 1995, 1998; Pigliucci 1996, 2001, 2005, 2010; Piersma y Drent 2003). La expresión del fenotipo es debida a la acción de la norma de reacción que es la producción de un genotipo en diferentes ambientes, por lo que diferentes géneros (y especies) pueden responder de manera diferente

a diferentes hábitats (Fuller *et al.* 2005a, b; Forsman 2015). La norma de reacción caracteriza los diferentes valores fenotípicos de diferentes genotipos como una expresión debida a las interacciones ambientales (Fuller *et al.* 2005a, b; Pigliucci 2001). Entonces, la plasticidad fenotípica es un cambio adaptativo del fenotipo del organismo debido al entorno variable (Schilchting y Pigliucci 1998) y la norma de reacción “un conjunto de fenotipos producidos por un genotipo en una variedad de entornos” (Via *et al.* 1995). Tanto la plasticidad fenotípica como las normas de reacción están actualmente indicadas como una novedosa forma de explicar cómo la expresión de comportamientos está relacionada con el genotipo del organismo, es decir, su filogenia (Fuller *et al.* 2005a, b). Por tanto, probablemente la filogenia en realidad restringe y regula la expresión del genotipo a través de la plasticidad fenotípica –y la norma de reacción–, que finalmente se expresa como un rasgo conductual. Las futuras investigaciones primatológicas deberían considerar estos paradigmas como un paso más para entender la relación entre filogenia y comportamiento.

Los caracteres comportamentales poseen tanto variación genética como ambiental, lo que varía según poblaciones y especies, y su evolución (incluyendo homologías y homoplasias) puede ser reconstruida por métodos filogenéticos. Por ejemplo, el comportamiento social tiene una base genética, la cual ha recibido poca atención en los modelos tradicionales socioecológicos. Los comportamientos sociales presentes han sido sujetos de selección natural, y las aproximaciones a su estudio son en muchas ocasiones desde la comprensión de su valor adaptativo y la forma en que la selección natural los ha modelado. Surge la inquietud de si hay bases genéticas para ciertos comportamientos y, entonces, la pregunta: ¿podemos esperar la existencia de inercia filogenética en los mismos?

La inercia filogenética fue definida por Wilson (1975) como una propiedad de las poblaciones que determinan el nivel en que la evolución puede ser desviada en una dirección u otra, así como la cantidad en que la tasa de evolución pueden ser acelerada o desacelerada. Los taxones más cercanos entre sí poseen más similitudes entre sí (p. ej., los sistemas sociales) que los más distantes. Por ejemplo, los cercopitécidos viven en general en grupos de composición mutimacho-multihembra con filopatría de hembras y estructuras sociales similares (Di Fiore y Rendall *op. cit.*) y la dominancia de hembras está generalizada para lemuriformes (Richard 1987). Pero es claro que tal inercia filogenética no implica necesariamente



la presencia de restricciones genéticas sobre la evolución social, ya que taxones relacionados pueden poseer ecologías e historias de vida similares, y las similitudes pueden ser adaptativas (Harvey y Pagel 1991). En apoyo a esta idea de una interpretación adaptativa, las mismas características que están conservadas filogenéticamente en un taxón pueden ser altamente variables en un taxón equivalente de mayor orden. Por ejemplo, los homínidos presentan un diverso y variado número de organizaciones sociales (McGrew *et al.* 1996), y la dispersión en cébidos no está limitada a un sexo en particular (Pope 2000).

Argumentos relacionados con selección por parentesco, *fitness* inclusivo y valores reproductivos, todos aproximaciones adaptativas, se utilizaron para explicar la mayor parte de los comportamientos en primates. Sin embargo, en realidad es difícil de preconcebir que hayan genes o un control con base genética de parámetros demográficos o de principios de una organización social, pero sí podemos pensar en un componente genético para modular la anatomía y el comportamiento individual que puede influenciar a esos parámetros. Se podría aceptar que muchos comportamientos tienen bases genéticas o al menos hay restricciones impuestas por nuestro sistema genético para que un comportamiento se pueda desarrollar. Diferentes morfologías pueden ser producidas por los mismos genes –plasticidad– y las mismas morfologías pueden ser producidas por diferentes genes –canalización– (Marks y Lyles 1994). Una pregunta que conecta con esta idea es saber si hay determinados comportamientos de primates que tengan una base genética. Para este punto nos podemos focalizar en el comportamiento de infanticidio de varias especies de primates. Existe una gran controversia de larga data (Bartlett *et al.* 1993; Sussman *et al.* 1994; Van Schaik y Janson 2000; Palombit 2015) acerca de si este comportamiento tiene una fuerte base genética (p. ej., caracteres de un individuo infanticida) o es consecuencia de alguna inestabilidad grupal que provoca violencia interindividual (recambio de machos, saturación de ambiente, cambios en la jerarquía, entre otros). La explicación más aceptada es la conocida como la hipótesis de selección sexual (Crockett 2003). Esta se basa en la idea de machos enfrentándose entre sí por competencia reproductiva. Los machos compiten por hembras fértiles en grupos sociales. Una vez que un macho no residente logra establecerse en un grupo social habiendo expulsado al macho residente, procede a eliminar a crías lactantes para que todas las hembras ciclen

rápidamente y así fertilizarlas. Entonces el macho infanticida obtiene ventajas reproductivas inmediatas, ya que el macho infanticida no está emparentado con la cría, la muerte de la cría lactante acorta el intervalo entre nacimientos de las hembras que sufrieron la pérdida y el infanticida aumenta la probabilidad de apareamiento y fertilización (Hrdy *et al.* 1999; Borries 2000). Una crítica es que no hay evidencia muy fuerte en varios taxones de primates, y especialmente se carece de comparaciones a largo plazo acerca del *fitness* de los infanticidas y los no infanticidas para evaluar si es o no una estrategia comportamental adaptativa. Si bien en roedores se experimentó con selección artificial de machos infanticidas indicando una posible base genética del comportamiento (Van Schaik 2000), todavía no está claro, y en especial en primates, si esto es así o al menos cuál es la variación asociada al ambiente. El infanticidio es tan raro en muchas especies de primates que al menos nos lleva a preguntar por qué la selección natural podría mantener esta tendencia si está expresada en forma tan escasa. Por un lado, podría ser que una baja tasa de infanticidio responda a falta de observaciones en el campo. Otra posibilidad es que las tasas no necesitan ser altas, ni el comportamiento común. Por ejemplo, la resistencia a ciertas enfermedades específicas, que son seleccionadas en forma esporádica y se mantienen por picos de selección más fuerte frente a largos periodos donde la selección es muy débil o no hay selección positiva (Van Schaik *op. cit.*), lo cual sugiere una base genética importante.

En general, es posible que especies e individuos con diferencias de temperamento o disposición, así como de experiencias pasadas, edad, sexo y salud tengan un componente genético correspondientemente complejo en el que intervienen múltiples genes que afectan a una diversidad de neurotransmisores y patrones de secreción hormonal. Deberíamos considerar que incluso las conductas tan básicas como las desarrolladas en el cuidado materno se vean afectadas por la estimulación ambiental para su desarrollo y expresión.

En resumen, como ya se mencionó, la norma de reacción de un genotipo es el conjunto de fenotipos que se expresan en diferentes entornos. Algunas alteraciones ambientales del fenotipo son respuestas adaptativas a estímulos ambientales, y han evolucionado por selección natural para aquellos genotipos con normas de reacción que casi producen el fenotipo óptimo para cada ambiente que el organismo encuentra comúnmente.

En otras palabras, esta es la evolución de un genotipo capaz de alterar el desarrollo o la expresión de una característica para adaptarse a las condiciones que el organismo individual encuentra. Esta capacidad a menudo se llama plasticidad fenotípica. Los comportamientos a menudo se modulan en respuesta a los estímulos graduales del entorno, por ejemplo, en el nivel de agresión que muestran los machos territoriales en respuesta a la persistencia de los intrusos. El comportamiento puede cambiar cuando se enfrentan entornos o situaciones novedosas. Los límites en los cambios del comportamiento dan una indicación del rango dentro del cual los comportamientos pueden adaptarse a un nuevo entorno, ya que el rango posible de opciones de comportamiento está limitado por la norma de la reacción (Stearns 1992). Sin embargo, las ideales soluciones siempre pueden estar fuera de norma de reacción, con la combinación de un comportamiento “antiguo” y nuevos derivados. Así se evita una restricción filogenética. Entonces, ¿cuánto tiempo evolutivo tomará desarrollar un comportamiento particular? Dependerá del repertorio conductual presente en los antepasados y las demandas de los comportamientos que deben desarrollarse nuevamente.

#### FILOGENIA Y COMPORTAMIENTO EN PRIMATES NEOTROPICALES: UNA BREVE APROXIMACIÓN A NIVEL DE GÉNERO Y SUBFAMILIA

La información sobre la posible relación entre filogenia y comportamiento en primates neotropicales se recopiló de diferentes fuentes bibliográficas. Los datos incluyen información sobre el tamaño del grupo, el número de hembras reproductoras, los patrones de filopatría/dispersión, el ámbito hogareño, la preferencia del hábitat, la cognición, el comportamiento alimentario, el comportamiento locomotor y el periodo de gestación. Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas, entre ellas *Academic Search Elite*, *Biological Abstracts* (*BIOSIS*) y *PrimateLit*. Además, se preparó una compilación bibliográfica a partir de las revisiones publicadas por Mittermeier *et al.* (1988), Smuts *et al.* (1987); Kinzey (1997); Rowe (1996); Coimbra-Filho y Mittermeier (1981); Kappeler y Pereira (2003); Fragaszy *et al.* (2004); Rylands (1993); Sussman (2000); Nunn y Van Schaik (2000) y Pope (*op. cit.*).

Para el propósito de esta sección, el tamaño del grupo se considera el promedio informado. El número de hembras reproductoras se asumirá que es el número medio de hembras adultas por grupo, considerando

que 1) en principio están ovulando y 2) están en edad reproductiva (pero véase el caso de *Saguinus*). Para los patrones de dispersión/filopatría se indica si los realizan hembras, machos o ambos. Para el ámbito hogareño se consideró el valor medio, así como los rangos. La preferencia de los individuos incluye el tipo de hábitat (selva primaria, bosque seco primario, bosque secundario y caatinga, entre otros). La cognición se evalúa en función de la disponibilidad de información que aborde un aspecto relevante de sus capacidades cognitivas (p. ej. mapeo espacial o uso de herramientas). El comportamiento postural se evalúa de acuerdo con la manera en que ocurre y en cuanto a la especificidad intra/interespecífica. El comportamiento de alimentación se consideró de acuerdo con el tipo de los dos principales alimentos que consume el género. Los datos de longitud de gestación se obtuvieron de Kappeler y Pereira (*op. cit.*). Se estudiaron cinco géneros (*Alouatta*, *Saguinus*, *Sapajus*, *Cebus* y *Saimiri*), los tres últimos a su vez para comprender un grupo superior, la subfamilia Cebinae. La comparación entre géneros se resume en el cuadro 1. Se puede observar la tendencia hacia una caracterización conservadora por “filogenia” en aspectos de la biología y comportamiento de los primates neotropicales como tamaño de grupo, número de hembras reproductoras, patrón de filopatría y dispersión, comportamientos alimentario y postural y, de manera particular, el periodo de gestación. Por su parte, el ámbito hogareño y preferencia del hábitat, así como la cognición, pudieran estar vinculados a elementos particulares relacionados con la variabilidad ambiental en donde se encuentren las poblaciones de los géneros de primates neotropicales indicados en el cuadro 1.

Se seleccionó la subfamilia Cebinae (*Sapajus/Cebus* y *Saimiri*) teniendo en cuenta las diferentes pruebas que respaldan dicho clado (Hugot 1998; Scheneider 2000). La evidencia morfológica sugiere que estos géneros están relacionados (Rosenberger 1979, 1981; Rosenberger y Norconk 1996; Rosenberger *et al.* 1990; Ford 1986) y colocan a *Cebus* como posible “hermana” de *Saimiri*. Además, la información molecular (gen de globina, ADN e intrón) sugiere que *Saimiri* y *Cebus* forman un solo clado que podría estar relacionado con calitricidos y *Aotus* (Harada *et al.* 1995; Schneider *et al.* 1996; Porter *et al.* 1997; Steiper y Ruvolo 2003). Finalmente, usando datos parasitológicos (lombrices intestinales), Sorci *et al.* (1997) indicaron que *Saimiri* y *Cebus* también forman un solo clado. Para una revisión actualizada véase Kowalewski *et al.* (2016).

Integrando la información de *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* podría ser posible dibujar algunos patrones para los Cebinae. En resumen, podría argumentarse que esta subfamilia comprende tamaños de grupo que varían de 15 a 35 individuos. En *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* la proporción de hembras adultas por grupo independientemente de su tamaño es de 0,30 con alrededor de 5 a 6 potenciales hembras reproductoras. Otro aspecto notablemente interesante entre *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* es su patrón de dispersión/filopatría. *Saimiri sciureus* y *Sapajus/Cebus* son los únicos primates neotropicales en los que sólo los machos se dispersan. Por el contrario, la dispersión de *Saimiri oerstedii* es sólo de hembras. Esto puede sugerir que el sistema de dispersión en *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* podría tener su origen en un ancestro en el cual ambos sexos dispersaban (Strier 1999). Sin embargo, también puede ser parsimonioso que el sistema de dispersión ancestral en Cebinae fue la dispersión de machos, y cuando *S. oerstedii* se aisló en América Central se convirtió en una dispersión sesgada a hembras (la biogeografía puede apoyar esta idea; véase Ford 2005).

Por otro lado, tanto *Saimiri* como *Sapajus/Cebus* ocupan bosques primarios y secundarios. Contrariamente a otros primates neotropicales, Cebinae carece de una especialización particular para la explotación del recurso (Janson y Boinski 1992); sin embargo, lo cierto es que son de los platirrinos que dependen más de los elementos de la fauna y de las frutas como parte de su dieta (omnivoría). Además, el comportamiento posicional es muy similar al patrón de locomoción cuadrúpedo, pero *Saimiri* realiza más saltos. Desafortunadamente no hay trabajos comparativos sobre las capacidades cognitivas; sin embargo, se sabe que ambos se basan en el uso de rutas habituales de navegación (Boinski 2000; Urbani 2009). *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* son los monos que tienen cerebros más grandes en relación con el tamaño corporal, lo que podría estar vinculado a las capacidades cognitivas en este grupo (Gibson 1986; Aiello y Wheeler 1996). Después de los humanos, el mayor coeficiente de encefalización en primates (3.25) se presenta en *Sapajus/Cebus* y *Saimiri* (Aiello y Wheeler *op. cit.*). Finalmente, ambos géneros tienen una duración de gestación extremadamente similar de 160 ( $\pm 3$ ) días. Esto es en particular interesante porque, como ya se indicó, la duración de la gestación es tal vez el rasgo de la historia de vida más conservador entre los primates, sin importar el medio ambiente, y este parece ser el caso en Cebinae.

## CONCLUSIÓN

Como se percibe, algunas características de la vida de los primates, y los neotropicales en particular, presentan evidencia de estar determinadas por la filogenia. El tamaño grupal, número de hembras reproductoras, comportamientos alimentario y postural y el periodo de gestación es conservador entre géneros de primates del Nuevo Mundo. El patrón de filopatría/dispersión tiene evidencia de ser determinado también por la filogenia, pero con un mayor grado de variabilidad. Estudios cognitivos deben expandirse para observar si es un aspecto comportamental lábil o conservador; son lábiles el ámbito hogareño y la preferencia de hábitat.

En suma, es necesario comprender la filogenia para interpretar el comportamiento. En este sentido, los factores que no varían en la historia evolutiva de un organismo pueden restringir aspectos del organismo que varían en el presente. La filogenia ofrece la oportunidad de identificar patrones de comportamiento que son conservadores en un organismo y discrimina aquellos que son adaptaciones en función del entorno, como el comportamiento más plástico. Por otro lado, el comportamiento puede ser útil para comprender la filogenia. Igualmente, los rasgos de comportamiento se pueden relacionar con la construcción de filogenias y se pueden utilizar como complementarias a aquellas filogenias basadas en información genética y morfológica. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que normalmente los datos de comportamiento disponibles son limitados –o determinados (o inclusive sesgados) por metodologías de observación–, por lo que la información filogenética también puede ser limitada. Lamentablemente, el rol de la filogenia en la comprensión del comportamiento sigue siendo muy escaso entre primatólogos, por lo que las investigaciones futuras deberían considerar un equilibrio del enfoque filogenético con la información del comportamiento como una forma integradora de comprender adecuadamente la biología de los primates.

### *Agradecimientos*

Gracias a Susan Ford y Leslea Hulsko, quienes estimularon la realización de este escrito. B. Urbani y M. M. Kowalewski agradecen el subsidio por parte de la Universidad de Illinois y Fulbright para la realización de sus estudios de postgrado cuando se escribió una versión muy preliminar de este texto. B. U. se encontró bajo el esquema de una beca DGAPA-PREI

de la Universidad Nacional Autónoma de México para el momento en que se envió el manuscrito. Durante esta estancia como investigador visitante agradece el apoyo de Carlos Serrano-Sánchez. Al enviar este manuscrito M. M. K. se halló subvencionado por una beca Fulbright como investigador visitante en la Universidad de Emory, EE.UU., además de pertenecer en la carrera de investigador científico del CONICET-Argentina. Agradecemos a Yoly Velandria por su colaboración. M. M. K. agradece a Bruno K. y B. U. a Lucía por incentivarlos a creer que existen más comportamientos que los que uno pueda imaginar. B. U. –al conocer a M. M. K.–, también agradece a su sobrino Bruno K. por confirmar sus ideas sobre plasticidad fenotípica.

#### REFERENCIAS

ACKERLY, D. D. Y M. J. DONOGHUE

1995 Phylogeny and ecology reconsidered, *Journal of Ecology*, 83: 730-733.

AIELLO, L. C. Y P. WHEELER

1996 The expensive-tissue hypothesis: The brain and the digestive system in human and primate evolution, *Current Anthropology*, 36(2): 199-221.

BALDWIN, J. D. Y J. I. BALDWIN

1981 The squirrel monkeys, genus *Saimiri*. A. F. Coimbra-Filho y R. A. Mittermeier. (eds.), *Ecology and behavior of Neotropical primates*, Academia Brasileira de Ciencias, Río de Janeiro: 277-330.

BARTLETT, T. Q., R. W. SUSSMAN Y J. M. CHEVERUD

1993 Infant killing in primates: a review of observed cases with specific reference to the sexual selection hypothesis, *American Anthropologist*, 95(4): 958-990.

BICCA-MARQUES, J. C. Y C. CALEGARO-MARQUES

1993 Feeding posture in the black howler monkey, *Alouatta caraya*, *Folia Primatologica*, 60(3): 169-172.

1995 Locomotion of black howlers in a habitat with discontinuous canopy, *Folia Primatologica*, 64(1-2), 55-61

Cuadro 1. Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales

Tamaño de grupo	Número de hembras reproductoras	Patrón de filopatría/dispersión	Ámbito hogareño/Preferencia de hábitat	Comportamiento alimentario	Comportamiento postural	Cognición	Periodo de gestación
Alouatta	<p><i>A. belzabuli</i>, <i>A. caraya</i>, <i>guariba</i>, <i>Juscá</i>, <i>palliata</i>, <i>pigra</i> y <i>seniculus</i> son variables entre las diferentes especies. El promedio de hembras por grupo, independientemente de la especie, el tipo de ambiente y el tamaño del grupo, está entre 3 y 4 independientemente del número de machos.</p> <p>Por lo tanto, en principio esta variable parece estar limitada por la filogenia.</p> <p>(inferencia a partir de Ford 2005).</p>	<p>El patrón de dispersión es para ambos sexos. De todas maneras factores como la estacionalidad y el hábitat pueden influir en el equilibrio de machos y hembras (Glander 1992, Crockett y Pope 1993, Oklander <i>et al.</i> 2010). Teniendo esto en cuenta, la filopatría debe estar relacionada con la filogenia.</p>	<p>El ámbito hogareño de los grupos de aulladores raramente sobrepasa los 30 ha y es general menor a 10 ha (Fortes <i>et al.</i> 2015). La relativa baja variabilidad en los tamaños de las áreas de acción puede estar relacionada con la disponibilidad y distribución de recursos dentro de los rangos hogareños. En términos de preferencia de hábitat (tipo de bosque), todas las especies de <i>Alouatta</i> viven en la selva primaria y en los bosques secos, así como en los bosques secundarios.</p>	<p>Como tendencia general, las especies de <i>Alouatta</i> presentan una dieta folívora/frugívoro. Es un patrón que parece estar determinado por la filogenia (véase Dias y Rangel-Negrín 2015)</p>	<p>El comportamiento postural parece ser conservador dentro y entre las especies (p.ej. Urbani <i>et al.</i> 2011). Por ejemplo, se sugirió que en dos sitios con tipos de bosque estructuralmente diferentes, <i>A. caraya</i> mostró un comportamiento postural similar. Kowalewski <i>et al.</i> (2002) comparó los datos posturales de <i>A. caraya</i> en un bosque decíduo en Argentina y los de un bosque discontinuo en Brasil (Bicca-Marques y Calegari-Marques 1993, 1995). No se encontraron diferencias significativas en su comportamiento postural. Entre los géneros <i>guariba</i>, <i>caraya</i> y <i>palliata</i>, la locomoción y el comportamiento postural en general no son lábiles (Neville <i>et al.</i> 1988).</p>	<p>Al comparar las habilidades espaciales de los monos aulladores (<i>Alouatta palliata</i>) (Milton 1981; Garber y Jelinek, 2006) en Mesomérica y los aulladores negros y dorados (<i>Alouatta caraya</i>) (Ventura Perreira 2004, Fernández <i>et al.</i> 2013) en el sur de Brasil y Argentina, algunas características cognitivas parecen ser similares tanto en especies como en diferentes hábitats. En resumen, los aulladores en cualquier hábitat parecen usar una representación espacial topológica dentro de sus ámbitos hogareños.</p>	<p>Esta variable de historia de vida es conservadora en <i>Alouatta</i>, oscilando alrededor de los 6 meses (Di Fiore <i>et al.</i> 2011) para la mayoría de las especies. La duración de la gestación es probablemente el único rasgo del ciclo de vida que se fija extremadamente entre los primates y en este sentido está relacionado con la filogenia.</p>



*Cuadro 1 (continuación). Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales*

Tamaño de grupo	Número de hembras reproductoras	Patrón de filopatría/dispersión	Ámbito hogareño/Preferencia de hábitat	Comportamiento alimentario	Comportamiento postural	Cognición	Periodo de gestación
Saguinus	Entre <i>S. fuscicollis</i> , <i>geoffroyi</i> , <i>mystax</i> y <i>oedipus</i> , el número de hembras reproductoras adultas varía de 1-3. En general, el número de hembras adultas en el género, y en estas especies, es 2. Además, es necesario indicar que Sussman y Garber (1987) sugirieron que en los tamari-	En diferentes especies de este género ( <i>bicolor</i> , <i>fuscicollis</i> , <i>geoffroyi</i> , <i>imperator</i> , <i>labiatus</i> , <i>leucopus</i> , <i>midas</i> , <i>mystax</i> , <i>nigricollis</i> , <i>oedipus</i> ) ambos sexos se dispersan. En realidad, este parece ser un patrón filogenéticamente compartido entre los calíridos (incluidos <i>Callithrix</i> y <i>Leontopithecus</i> ) en las que las hembras y los machos se	En <i>Saguinus</i> , de siete especies estudiadas, su área de distribución varía entre 8 y 120 ha. Además, por ejemplo, en <i>S. fuscicollis</i> el rango de hogar varía de 16 a 120 ha. Por otro lado, la preferencia de hábitat se caracteriza por el uso de selva primaria y bosques secundarios en todas las especies. <i>S. oedipus</i> y <i>S. geoffroyi</i> , que son las especies que	En <i>Saguinus</i> , las diferentes especies tienden a depender de las frutas y las gomas. Tal comportamiento de alimentación frugívoro/ gumívoro es conservador, incluso en aquellos sitios en los que se ha observado que este género consume frecuentemente items faunísticos.	Garber y Pruett (1995) y Garber (1998) indican que los tamarinos ( <i>Saguinus mystax</i> ) presentan una alta conservación en el comportamiento postural. Observaron dos grupos en los bosques estructuralmente diferentes y no se encontraron diferencias significativas en su repertorio postural. Este comportamiento postural no labil puede indicar que en <i>Saguinus</i> el comportamiento postural puede estar relacionado con la filogenia.	Garber (1989) estudió el comportamiento de alimentación de los tamarinos ( <i>Saguinus fuscicollis</i> y <i>S. mystax</i> ) en la Amazonia peruana. Allí se descubrió que los tamarinos también se mueven entre árboles de alimentación en una línea relativamente correcta. La mayoría de los ángulos de giro fueron iguales o menores que 90° (~70%).	Como en los géneros de primates anteriores, en <i>Saguinus</i> este rasgo de la historia de vida también es significativamente similar cuando se compara entre sus especies. El rango es entre 145 y 148 días. En este caso, la filogenia parece estar desempeñando un papel en los días similares.

*Cuadro 1 (continuación). Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales*

individuos. Este tamaño de grupo es constante en diferentes entornos, por lo tanto, puede estar restringido por la filogenia	dispersan (mas no así para <i>Callimico</i> ).	habitan en el límite noroeste de la distribución del género, también se encuentran en los bosques secos primarios. El uso del espacio en <i>Saguinus</i> no es conservador, por lo que parece estar relacionado con factores ecológicos. Además, la plasticidad fenotípica puede estar desempeñando un papel en este caso, donde diferentes expresiones del fenotipo del grupo <i>fuscicollis</i> pudieran estar presentes en diferentes entornos.	La reutilización de las rutas de viaje y falta de retroceso parecen apoyar la idea de que usan mapas mentales. Tamainos parecen estar utilizando información topológica para tales patrones de viaje. La representación euclidiana también es factible a gran escala, en la cual los diferentes miembros del grupo usaron información espacial y de distancias mientras viajaban en línea recta a un objetivo (véase también Bicca-Marques y Garber 2005).
--	--	--	--

*Cuadro 1 (continuación). Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales*

Tamaño de grupo	Número de hembras reproductoras	Patrón de filopatría/dispersión	Ámbito hogareño/Preferencia de hábitat	Comportamiento alimentario	Comportamiento postural	Cognición	Periodo de gestación
<i>Sapajus/Cebus</i>	En la especie ( <i>Sapajus apella</i> , <i>Cebus albifrons</i> , <i>C. capucinus</i> y <i>C. olivaceus</i> ) el número de hembras reproductoras parece estar controlado por la filogenia. En este sentido, es importante tener en cuenta que en estas cuatro especies, la proporción de las hembras adultas en la filogenia.	Este grupo es bastante particular en su patrón de dispersión. <i>Sapajus/Cebus</i> es filopátrico de las hembras. En este sentido, en varias las especies de ( <i>S. apella</i> , <i>C. albifrons</i> y <i>C. olivaceus</i> ) los machos se dispersan pero no las hembras. Esto parece ser un patrón "único" entre los primates neotropicales, siendo el único género que se dispersa de esa manera (Strier 1999).	En <i>Sapajus/Cebus</i> el uso del espacio difiere extremadamente entre las especies y dentro de ellas. Por ejemplo, en <i>C. capucinus</i> varía de 32 a 85 ha y en <i>S. apella</i> de 80 a 290 ha. Las cuatro especies más conocidas usan múltiples tipos de hábitats: selva primaria, bosque seco primario, bosque secundario y caatinga (en <i>Sapajus</i> ). Se puede concluir que el uso del espacio en <i>Sapajus/Cebus</i> es labil y	En todas las especies de <i>Sapajus/Cebus</i> , un comportamiento importan- te es una dieta faunívora/frugívora independiente- mente del medio ambiente. Por lo tanto, se ha argumentado que es un patrón no labil en los mimbros de este género (Jan-son y Boinski 1992). Sin embargo, lo que parece ser interesante es	<i>Sapajus/Cebus</i> es reconocida por utilizar la locomoción cuadrúpeda. El comportamiento postural en este grupo parece ser conservador entre dos especies de <i>Sapajus</i> y <i>Cebus</i> simpátricas diferentes que viven en el mismo bosque (Youtalos 1998) y para la misma especie ( <i>C. capucinus</i> ) que viven en diferentes bosques costarricenses, secos y húmedos (Orndorff 1996). Por lo tanto, dada esta información, el comportamiento postural en este género es conservador	Probablemente la tarea ideal para evaluar las habilidades cognitivas en <i>Sapajus/Cebus</i> es el uso de herramientas. La razón que lo respalda es el hecho de que la mayoría de los experimentos cautos en capuchinos están relacionados con este tipo de tarea. En este sentido, Frangasy <i>et al.</i> (2004) encontraron que en 38 informes de uso de herramientas, 36 se refieren a <i>S. apella</i> y 2 a <i>C. olivaceus</i> (véase también Urbani y Garber 2002).	Existen datos de <i>S. apella</i> , <i>C. albifrons</i> y <i>C. capucinus</i> que muestran también un periodo de gestación muy conservador. El rango varía de 154 días a 162 días en <i>S. apella</i> y <i>C. capucinus</i> . La media es de 157 días, que una vez más debido al valor similar en todas las especies, puede vincularse con la filogenia.

*Cuadro 1 (continuación). Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales*

<p>del grupo, independiente de su tamaño, oscila entre 0,30 y 0,33. Entonces, tal proporción extremadamente similar puede ser indicativa de que este número está relacionado con la filogenia.</p>	<p>Esto puede estar relacionado con el hecho de que es un grupo con un fuerte patrón de grupo matrifocal (Pope 2000, pero véase a <i>Saimiri sciureus</i>), o como lo sugieren Fragaszy <i>et al.</i> (2004), la dispersión de machos juveniles coincidió con el periodo de mayor interacción entre grupos. Tienen en cuenta que este patrón se comparte entre todas las especies de estos generos, la filopatría y la dispersión pueden verse limitadas por la filogenia.</p>	<p>está determinado por diferentes factores, como la disponibilidad de alimentos y la estacionalidad. Además, es interesante notar que en la caatinga hay una mayor concentración de palmas. Los capuchinos de copete (<i>Sapajus</i>) parecen ser más plásticos, por lo tanto ocupan un rango mayor.</p>	<p>que las especies de copete (<i>Sapajus</i>) son aparentemente más manipuladoras y proclives a explotar más nueces que especies de <i>Cebus</i> (Fragaszy <i>et al.</i>, 2004).</p>	<p>La capacidad de resolver tareas que utilizan herramientas parece no variar entre las especies. Sin embargo, la información es limitada, y la mayoría de <i>S. apella</i>. Los estudios previos en cautiverio sugieren que habilidades cognitivas similares en los capuchinos pueden estar relacionadas con filogenia. Sin embargo, características del medio ambiente podrían desempeñar un papel en el uso de herramientas en capuchinos. (c.g. Moura y Lee 2005, Fragaszy <i>et al.</i>, 2004).</p>
--	--	---	---	--

## Cuadro 1 (continuación). Comparación de aspectos del comportamiento y biología de primates neotropicales y su relación con la filogenia o contextos ambientales

Tamaño de grupo	Número de hembras reproductoras	Patrón de flopatría/dispersión	Ámbito hogareño/Preferencia de hábitat	Comportamiento alimentario	Comportamiento postural	Cognición	Periodo de gestación
Tamaño de grupo conservador. En <i>S. boliviensis</i> , <i>sciurus</i> y <i>orsstedi</i> , con tamaño de grupo entre 20 y 50-65 individuos. Resulta interesante observar que el tamaño mínimo de <i>Saimiri</i> es similar al máximo en <i>Sehpihus/Cebus</i> .	Como en <i>Sehpihus/Cebus</i> , la proporción de hembras adultas en relación con el tamaño del grupo es constante entre las especies. El valor varía de 0,27 en <i>S. sciurus</i> a 0,33 en <i>S. orsstedi</i> , por lo tanto, es posible sugerir que ese número es conservador en este género.	El patrón de dispersión en <i>Saimiri</i> representa una intriga. <i>Saimiri orsstedi</i> parece dispersar a las hembras (filopatría masculina) mientras que <i>Saimiri sciurus</i> dispersa a los machos (filopatría femenina). Si este es el caso, entonces tal vez la filogenia esté limitando dicho patrón.	En este género el rango de hogar varía de un mínimo de 17 ha en <i>S. orsstedi</i> a hasta 130 ha en <i>S. sciurus</i> . También dentro de las especies en <i>S. sciurus</i> oscila entre 65 y 130 ha. Las tres especies más estudiadas de <i>Saimiri</i> usan tipos similares de hábitats: selva primaria y bosques secundarios, así como bosques secos en el caso de <i>S. orsstedi</i> . El uso del hábitat parece ser lábil en este género.	Problemamente una de las principales especializaciones en <i>Saimiri</i> es su dependencia de la dieta faunívora/frugívora. Este patrón se mantiene de forma conservadora entre todas las especies de este género.	Locomoción cuadrípoda constante (Janson y Boinski 1992). Boinski (1989) indicó que el repertorio postural era similar en su grupo de estudio. Fournantme (1990) encontró que <i>S. boliviensis</i> tiene locomoción cuadrípodo-cursorial. Otras posturas que parecen similares en <i>Saimiri</i> son las de amontonarse y extenderse además de algunos saltos (Baldwin y Baldwin 1981). En general, el comportamiento postural en este género es intraspecífico e intra-especies muy conservadores.	No hay datos comparativos de habilidades cognitivas entre las especies de monos ardilla que puedan permitir una comparación adicional en la relación entre la filogenia y la cognición.	Una vez más, este rasgo de la historia de la vida parece estar definido por la filogenia. Comparando dos especies ( <i>boliviensis</i> y <i>sciurus</i> ) sólo hay una diferencia de 15 días, 155 y 170, respectivamente.

BICCA-MARQUES, J. C. Y P. A. GARBER

- 2005 Use of social and ecological information in tamarin foraging decisions, *International Journal of Primatology*, 26: 1321-1344.

BOINSKI, S.

- 1989 The positional behavior and substrate use of squirrel monkeys: ecological implications, *Journal of Human Evolution*, 18(7): 659-677.

BOINSKI, S., A. KOENIG Y P. WINKLER

- 1999 Variation of life history traits and mating patterns in female langur monkeys (*Semnopithecus entellus*), *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50(5): 391-402.

BORRIES, C.

- 2000 Social manipulation within and between troops mediates primate group movement, S. Boinski y P. A. Garber (eds.), *On the move: How and Why animals travel in groups*, University of Chicago Press, Chicago: 421-469.

CHAN, L. K. W.

- 1996 Phylogenetic interpretations of primate socioecology: with special reference to social and ecological diversity in *Macaca*, E. P. Martins (ed.), *Phylogenies and the comparative method in animal behavior*, Oxford University Press, Nueva York: 324-360.

COIMBRA-FILHO, A. F. Y R. A. MITTERMEIER

- 1981 *Ecology and behavior of neotropical primates, vol. 1*. Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro: 496.

CROCKETT, C. M.

- 2003 Re-evaluating the sexual selection hypothesis for infanticide by *Alouatta* males, C. B. Jones (ed.), *Sexual Selection and Reproductive Competition in Primates: New Perspectives and Directions*, American Society of Primatologists, Norman, OK, pp. 327-365.

CROCKETT, C. M. Y T. R. POPE

- 1993 Consequences of sex differences in dispersal for juvenile red howler monkeys, M. E. Pereira y L. A. Fairbanks (eds.), *Juvenile primates: life*

*history, development, and behavior*, Oxford University Press, Nueva York: 104-118.

CROOK, J. H. Y J. S. GARTLAN

1966 Evolution of primate societies, *Nature*, 210: 1200-1203.

DIAS, P. A. D. Y A. RANGEL-NEGRÍN

2015 Diets of howler monkeys, M. M. Kowalewski, P. A. Garber, L. Cortés-Ortiz, B. Urbani, y D. Youlatos (eds.), *Howler monkeys: behavior, ecology, and conservation*, Springer Press, Nueva York: 21-56.

DI FIORE, A. Y D. RENDALL

1994 Evolution of social organization: a reappraisal for primates by using phylogenetic methods, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91 (21): 9941-9945.

DI FIORE, A., A. LINK Y C. J. CAMPBELL

2011 The atelines: behavioral and socioecological diversity in a New World radiation, C. J. Campbell, A. Fuentes, K. C. MacKinnon, M. Panger y S. K. Bader (eds.), *Primates in perspective, 2nd edition*, Oxford University Press: 155-188.

FERNÁNDEZ, V.A., M. KOWALEWSKI Y G. E. ZUNINO

2013 Who is coordinating collective movements in black and gold howler monkeys?., *Primates*, 54, 191-199.

FORD, S. M.

1986 Systematics of the New World monkeys, D. R. Swindler y J. Erwin (eds.), *Comparative primate biology, vol. 1: systematics, evolution, and anatomy*, Alan R. Liss, Nueva York: 73-135.

2005 The biogeographic history of Mesoamerican primates. A. Estrada, P. Garber y L. Luecke (eds.), *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behavior, and conservation*, Springer, Nueva York: 81-114.

FORTES, V. B., J. C. BICCA-MARQUES, B. URBANI, V. A. FERNÁNDEZ Y T. S. PEREIRA

2015 Ranging behavior and spatial cognition of howler monkeys, M. K. Kowalewski, P. A. Garber, L. Cortés Ortiz, B. Urbani y D. Youlatos

(eds.), *Howler monkeys: Behavior, ecology, and conservation*, Springer, Nueva York: 219–255.

FOUNTAIN, R.

1990 Positional behavior in *Saimiry boliviensis* and *Ateles geoffroyi*, *American Journal of Physical Anthropology*, 82: 485-508.

FORSMAN, A.

2015 Rethinking phenotypic plasticity and its consequences for individuals, populations and species, *Heredity*, 115(4): 276-284.

FRAGASZY, D. M., L. M. FEDIGAN Y E. VISALBERGHI

2004 *The complete capuchin: the biology of the genus Cebus*, Cambridge University Press, Nueva York: 234.

FRAGASZY, D., P. IZAR, E. VISALBERGHI, E. B. OTTONI Y M. G. DE OLIVEIRA

2004 Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) Use Anvils and Stone Pounding Tools, *American Journal of Primatology*, 64(4): 359-366.

FULLER, R. C., C. F. BAER Y J. TRAVIS

2005a How and when selection experiments might actually be useful, *Integrative Comparative Biology* 45: 391-404.

FULLER R. C., K. L. CARLETON, J. M. FADOOL, T. C. SPADY Y J. TRAVIS

2005b Genetic and environmental variation in the visual properties of the bluefin killifish *Luciana goodei*, *Journal of Evolutionary Biology*, 18, 516-523.

GARBER, P. A.

1989 Role of spatial memory in primate foraging patterns: *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*. *American Journal of Primatology*, 19(4): 203-216.

1998 Within- and between-site variability in moustached tamarin (*Saguinus mystax*) Positional behavior during food procurement, E. Strasser, J. Fleagle, A. Rosenberger y H. McHenry (eds.), *Primate locomotion: recent advances*, Plenum Press, Nueva York: 61-78.



GARBER, P. A. Y P. E. JELINEK

- 2006 Travel patterns and spatial mapping in Nicaraguan mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*), P. A. Garber, A. Estrada, M. Pavelka y L. Luecke (eds.), *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: distribution, ecology, behavior, and conservation*, Kluwer/Plenum Press, Nueva York: 287-310.

GARBER, P. A. Y J. D. PRUETZ

- 1995 Positional behavior in moustached tamarin monkeys: effects of habitat on locomotor variability and locomotor stability, *Journal of Human Evolution*, 28(5): 411-426.

GIBSON, K. R.

- 1986 Cognition, brain size and the extraction of embedded food resources, J. G. Else y P. C. Lee (eds.), *Primate ontogeny, cognition and social behaviour*, Cambridge University Press, Nueva York: 93-103.

GLANDER, K. E.

- 1992 Dispersal patterns in Costa Rican mantled howling monkeys, *International Journal of Primatology*, 13(4): 415-436.

HARADA, M. L., H. SCHNEIDER, M. P. C. SCHNEIDER, I. SAMPAIO, J. CZELUSNIAK Y M. GOODMAN

- 1995 DNA Evidence on the phylogenetic systematics of New World monkeys: support for the sister-grouping of *Cebus* and *Saimiri* from two unlinked nuclear genes, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 4(3): 331-349.

HARVEY P. H. Y M. D. PAGEL

- 1991 *The Comparative Method in Evolutionary Biology*, Oxford University Press.

HARVEY P. H. Y A. PURVIS

- 1991 Comparative methods for explaining adaptations, *Nature*, 351(6328): 619-624.

HRDY S. B., C. JANSON Y C. VAN SCHAİK

- 1999 Infanticide: Let's not throw out the baby with the bath water, *Evolutionary Anthropology*, 3(5): 151-154.

HUGOT, J. P.

- 1998 Phylogeny of neotropical monkeys: the interplay of morphological, molecular, and parasitological data, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9(3): 408-413.

JANSON, C. H. Y S. BOINSKI

- 1992 Morphological and behavioral adaptations for foraging in generalist primates: the case of the cebines, *American Journal of Physical Anthropology*, 88(4): 483-498.

JOLLY, A.

- 1972 *The evolution of primate behavior*, Macmillan Company, Nueva York: 397.

JORDE, L. B. Y J. N. SPUHLER

- 1974 A statistical analysis of selected aspects of primate demography, ecology and social behavior, *Journal of Anthropological Research*, 30: 199-224.

KAMILAR, J. M. Y N. COOPER

- 2013 Phylogenetic signal in primate behaviour, ecology and life history, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1618): 20120341.

KAPPELER, P. M. Y M. E. PEREIRA

- 2003 *Primate life histories and socioecology*, University of Chicago Press, Chicago: 395.

KINZEY, W. G.

- 1997 *New World primates: ecology, evolution, and behavior*, Aldine de Gruyter, Nueva York.

KORSTJENS, A. H., E. H. M. STERCK Y R. NOE

- 2002 How adaptive or phylogenetically inert is primate social behaviour? A test with two sympatric colobines, *Behaviour*, 139: 203-225.

- KOWALEWSKI, M. M., E. VIOLI, D. PEREYRA Y G. E. ZUNINO  
2002 A preliminary study of positional behavior in *Alouatta caraya* in northern Argentina. *Abstract book of the 71st annual meeting American Association of Physical Anthropologists*.
- KOWALEWSKI, M. M., B. URBANI, M. TEJEDOR Y L. OKLANDER  
2016 Explorando al Orden Primates: la primatología como disciplina bioantropológica, V. Acuña-Alonzo, R. González-José y L. Madrigal-Díaz (eds.), *Introducción a la antropología biológica*, Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica, Buenos Aires: 121-173.
- KUMMER, H.  
1971 *Primate societies. Group techniques of ecological adaptation*, Aldine-Atherton, Chicago: 160.
- MARKS, J. Y R. B. LYLES  
1994 Rethinking genes, *Evolutionary Anthropology*, 3: 139-146.
- MCGREW, W. C., L. F. MARCHANT Y T. NISHIDA  
1996 *Great ape societies*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MÉNARD, N.  
2002 Ecological plasticity of Barbary macaques (*Macaca sylvanus*), *Evolutionary Anthropology*, 11(Suppl 1): 95-100.
- MILTON, K.  
1981 Distribution patterns of tropical plant foods as an evolutionary stimulus to primate mental development, *American Anthropologist*, 83: 534-548.
- MITTERMEIER, R. A., A. B. RYLANDS, A. F. COIMBRA-FILHO Y G. A. B. DA FONSECA  
1988 *Ecology and behavior of neotropical primates*, Vol. 2, World Wildlife Fund, Washington, DC: 610.
- MOURA, A. C. A. Y P. C. LEE  
2005 Capuchin stone tool use in caatinga dry forest, *Science*, 306(5703): 1909.

- NEVILLE, M. K., K. E. GLANDER, F. BRAZA Y A. B. RYLANDS  
 1988 The howling monkeys, genus *Alouatta*, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho y G. A. B. da Fonseca (eds.), *Ecology and behavior of neotropical primates*, Vol. 2, World Wildlife Fund, Washington, DC: 455-537.
- NUNN, C. L. Y R. A. BARTON  
 2001 Comparative methods for studying primate adaptation and allometry, *Evolutionary Anthropology*, 10(3): 81-98.
- NUNN, C. L. Y C. P. VAN SCHAİK  
 2000 Social evolution in primates: the relative roles of ecology and intersexual conflict, C. P. Van Schaik y C. H. Janson (eds.), *Infanticide by males and its implications*, Cambridge University Press, Cambridge: 388-419.
- OKLANDER L., M. M. KOWALEWSKI, G. E. ZUNINO Y D. CORACH  
 2010 Genetic consequences of habitat fragmentation in black and gold howler (*Alouatta caraya*) populations from northern Argentina, *International Journal of Primatology*, 31(5): 813-832.
- ORNDORFF, K. A.  
 1996 Positional behavior of *Cebus capucinus* in a Costa Rican rainforest: comparisons with published data collected in a Costa Rican dry forest [Abstract], *American Journal of Physical Anthropology* (Suppl 22): 180-181.
- ORNDORFF, K. A.  
 1996 Positional behavior of *Cebus capucinus* in a Costa Rican rainforest: comparisons with published data collected in a Costa Rican dry forest [Abstract], *American Journal of Physical Anthropology* (Suppl 22): 180-181.
- PALOMBIT, R. A.  
 2015 Infanticide as sexual conflict: coevolution of male strategies and female counterstrategies. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(6):a017640.
- PEREIRA, T. S.  
 2008 Ecologia cognitiva e forrageamento de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940: os bugios-ruivos possuem mapas mentais? Dissertacion

(Mestrado em Zoologia) - Pontifcia Universidade Catolica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

PIERSMA, T. Y J. DRENT

2003 Phenotypic flexibility and the evolution of organismal design, *Trends in Ecology & Evolution*, 18: 228-233.

PIGLIUCCI, M.

1996 How organisms respond to environmental changes: from phenotypes to molecules (and *vice versa*), *Trends in Ecology & Evolution*, 11: 168-173.

2001 *Phenotypic Plasticity Beyond Nature and Nurture*, The John Hopkins University Press, Baltimore.

2005 Evolution of phenotypic plasticity: Where are we going now?, *Trends in Ecology & Evolution*, 20: 481-486.

2010 Phenotypic plasticity, M. Pigliucci y G. B. Müller (eds.), *Evolution - The Extended Synthesis*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (MA): 355-378.

POPE, T. R.

2000 The evolution of male philopatry in neotropical monkeys, P. M. Kappeler (ed.) *Primate males: causes and consequences of variation in group composition*, Cambridge University Press, Cambridge: 219-235.

PORTER, C. A., S. L. PAGE, J. CZELUSNIAK, H. SCHNEIDER, M. P. C. SCHNEIDER, I. SAMPAIO Y M. GOODMAN

1997 Phylogeny and evolution of selected primates as determined by sequences of the epsilon-globin locus and 5' flanking regions, *International Journal of Primatology*, 18(2): 261-295.

POZZI, L., C. M. BERGEY Y A. S. BURRELL

2014 The use (and misuse) of phylogenetic trees in comparative behavioral analyses, *International Journal of Primatology*, 35: 32-54.

RENDALL, D. Y A. DI FIORE

1996 The road less traveled: phylogenetic perspectives in primatology, *Evolutionary Anthropology*, 4(2): 43-52.

RICHARD, A. F.

- 1987 Malagasy prosimians: female dominance, B. B. Smuts, D. I. Cheney, R. M. Seyfarth, R. W. Wrangham y T. T. Struhsaker (eds.), *Primate societies*, University of Chicago Press, Chicago: 25-33.

ROSENBERGER, A. L.

- 1979 *Phylogeny, evolution and classification of New World monkeys (platyrrhini, primates)*, tesis doctoral, City University of New York, Nueva York.
- 1981 Systematics: the higher taxa, A. F. Coimbra-Filho y R. Mittermeier (eds.), *Ecology and behavior of neotropical primates*, vol. 1, Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro: 9-27.

ROSENBERGER, A. L. Y M. A. NORCONK

- 1996 New perspectives on the pithecines, M. A. Norconk, A. L. Rosenberger y P. A. Garber (eds.), *Adaptive radiations of neotropical primates*, Plenum Press, Nueva York: 329-333.

ROSENBERGER, A. L., T. SETOGUCHI Y N. SHIGEHARA

- 1990 The fossil record of callitrichine primates, *Journal of Human Evolution*, 19(1-2): 209-236.

ROWE, N.

- 1996 *The pictorial guide to the living primates*, Pogonias Press, East Hampton, Nueva York: 263.

RYLANDS A. B.

- 1993 *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology*, Oxford University Press, Oxford: 396.

SCHLICHTING, C. D. Y M. PIGLIUCCI

- 1995 Gene regulation, quantitative genetics and the evolution of reaction norms, *Evolutionary Ecology*, 9: 154-168.
- 1998 *Phenotypic evolution: a reaction norm perspective*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.

SCHENEIDER, H.

- 2000 The current status of the New World monkey phylogeny, *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 72(2): 165-172.

SCHNEIDER, H., I. SAMPAIO, M. L. HARADA, C. M. L. BARROSO, M. P. C. SCHNEIDER, J. CZELUSNIAK Y M. GOODMAN

- 1996 Molecular phylogeny of the newworld monkeys (platyrrhini, primates) based on two unlinked nuclear genes: IRBP intron 1 and epsilon-globin sequences, *American Journal of Physical Anthropology*, 100(2): 153-179.

SILVA-PEREIRA, T. DE

- 2004 *Comportamento alimentar, padrao de actividades e uso de espaco por um grupo de Alouata caraya (primates, atelidae) em fragmento de mata no municipio de Barrinha, SP*, tesis de pregrado, Universidade de São Paulo, Riberão Preto.

SMUTS, B. B., D. L. CHENEY, R. M. SEYFARTH Y R. W. WRANGHAM

- 1987 *Primate societies*, University of Chicago Press, Chicago.

SORCI, G., S. MORAND Y J. P. HUGOT

- 1997 Host-parasite coevolution: comparative evidence for covariation of life history traits in primates and oxyurid parasites, *Proceedings of the Royal Society of London*, B264(1379): 285-289.

SPUHLER, J. N. Y L. B. JORDE

- 1975 Primate phylogeny, ecology and social behavior, *Journal of Anthropological Research*, 31: 376-405.

STEARNS, S. C.

- 1992 *The evolution of life histories*, Oxford University Press: Londres.

STEIPER, M. E. Y M. RUVOLO

- 2003 New World monkey phylogeny based on X-linked G6PD DNA sequences, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27(1): 121-130.

STHRUSAKER, T. T.

- 1969 Correlates of ecology and social organization among African cercopithecines, *Folia Primatologica*, 11:80-118.

STRIER, K. B.

- 1992 Atelinae adaptations: Behavioral strategies and ecological constraints, *American Journal of Physical Anthropology*, 88(4): 515-524.
- 1999 Why is female kin bonding so rare? Comparative sociality of neotropical primates, P. C. Lee (ed.), *Comparative primate socioecology*, Cambridge University Press, Cambridge: 300-319.
- 2003 *Primate behavioral ecology*, Allyn & Bacon, Boston: 422

STRIER K. B., P. C. LEE Y A. R. IVES

- 2014 Behavioral flexibility and the evolution of primate social states, *PLoS ONE*, 9(12): e114099.

SUSSMAN, R. W.

- 2000 *Primate ecology and social structure. Vol 2, New World Monkeys*, Pearson Custom Publ, Heights, MA: x, 207.

SUSSMAN, R. W., J. M. CHEVERUD Y T. Q. BARTLETT

- 1994 Infant killing as an evolutionary strategy: Reality or myth? *Evolutionary Anthropology* 3(5): 149-151.

SUSSMAN, R. W. Y P. A. GARBER

- 1987 A new interpretation of the social organization and mating system of the callitrichidae, *International Journal of Primatology*, 8(1): 73-92.

SUSSMAN R. W., P. A. GARBER Y J. M. CHEVERUD

- 2005 The importance of cooperation and affiliation in the evolution of primate sociality, *American Journal or Physical Anthropology*, 128: 84-97.

THIERRY, B. A. N., IWANIUK S. Y M. PELLIS

- 2000 The influence of phylogeny on the social behaviour of macaques (primates: cercopithecidae, genus *Macaca*), *Ethology*, 106(8): 713-728.

URBANI, B.

- 2009 *Spatial mapping in wild white-faced capuchin monkeys (Cebus capucinus)*, tesis doctoral, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL.



URBANI, B. Y P. A. GARBER

- 2002 A Stone in their hands... Are monkeys tool users?, *Anthropologie*, 40(2): 183-191.

URBANI, B., D. YOULATOS Y M. M. KOWALEWSKI

- 2011 Postural behavior during sleep in wild howler monkeys (*Alouatta palliata*, *A. macconnelli*, and *A. caraya*): an assessment across the genus range. *Livro de resumos do XIV Congresso Brasileiro de Primatologia*, CD-Rom: s/p.

VAN SCHAİK, C. P.

- 2000 Infanticide by male primates: the sexual selection hypothesis revisited. C. P. Van Schaik y C. Janson (eds.), *Infanticide by males and its implications*, Cambridge University Press, Cambridge: 27-60.

VAN SCHAİK, C. P. Y C. H. JANSON

- 2000 *Infanticide by males and its implications*, Cambridge University Press, Cambridge.

VENTURA, V.

- 2004 *Patrón comportamental, alimentación y estrategias de optimización del forrajeo en el mono aullador negro y dorado (Alouata caraya) en el nordeste argentino*, informe de pasantía, Universidad de la República, Montevideo: 56.
- 2005 Foraging optimization strategies in the black-and-gold howler monkey (*Alouatta caraya*) in northeast Argentina [Abstract], J. C. Bicca-Marques (ed.), *Programa e Livro de Resumos XI Congresso Brasileiro De Primatologia*, Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre: 174.

VIA, S., R. GOMULKIEWICZ, G. DE JONG, S. M. SCHEINER, C. D. SCHLICHTING Y P. H. VAN TIENDEREN

- 1995 Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy, *Trends in Ecology & Evolution*, 10(5): 95-101.

WENZEL, J. W.

- 1992 Behavioral homology and phylogeny, *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 23: 361-381.

WESTOBY, M., M. R. LEISHMAN Y J. M. LORD

1995 On misinterpreting the 'phylogenetic correction', *Journal of Ecology*, 83: 531-534.

WILSON, E. O.

1975 *Sociobiology. The new synthesis*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

YOULATOS, D.

1998 Positional behavior of two sympatric Guianan capuchin monkeys, the brown capuchin (*Cebus apella*) and the wedge-capped capuchin (*Cebus olivaceus*), *Mammalia*, 62(3): 351-365.



*ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA*

*Volumen XIX*

*Editado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia,  
el Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM  
y la Asociación Mexicana de Antropología Biológica.*

La corrección estuvo a cargo de Gloria Falcón.

Books and Chips hizo la composición en tipos

New Baskerville 9:11, 10:12, 11:12, 13:13 y 14:15 puntos.

El cuidado de la edición estuvo a cargo de Martha González Serrano.