

Revista de Bioarqueología "ARCHAEOBIOS" N° 13, Vol. 1

Año 2019, ISSN - 1996-5214

ARCHAEOBIOS



www.arqueobios.org

REVISTA DE BIOARQUEOLOGÍA “ARCHAEOBIOS”

Nº 13 Vol. 1, Año 2019

DIRECTOR:

Víctor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS, Trujillo-Perú)

COMITÉ EDITORIAL:

Teresa E. Rosales Tham (ARQUEOBIOS, Trujillo-Perú)

Gabriel Dorado Pérez (Universidad de Córdoba, España)

Eduardo Corona Martínez (INAH, Cuernavaca, Morelos-México)

Isabel Rey Fraile (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España)

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Víctor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)

CARATULA:

Idea original: Víctor F. Vásquez Sánchez

Diseño electrónico: Mercy Castro Haro

INFORMACIÓN ADICIONAL:

Revista de Ciencias Aplicadas, Publicación Anual

Los artículos publicados en **ARCHAEOBIOS** son indizados o resumidos por:

- LATINDEX (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)
- Google Scholar
- DIALNET (Universidad de Rioja, España)
- EBSCO Publishing (USA)
- CITEFACTOR (Directory of International Research Journals)
- CINECA (Comunidad científica italiana de supercomputación y herramientas de visualización científica)
- PROQUEST (Databases, EBooks and Technology for Research)

Derechos de Autor: los artículos firmados son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no comprometen necesariamente el punto de vista de la revista. Reservados todos los derechos. Ni la totalidad, ni parte de esta revista puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación y sistema de recuperación, sin permiso escrito del editor.

Patrocinadores: La publicación de la revista **ARCHAEOBIOS** es financiada por el Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú Nº 2007-07279

Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas

“ARQUEOBIOS”

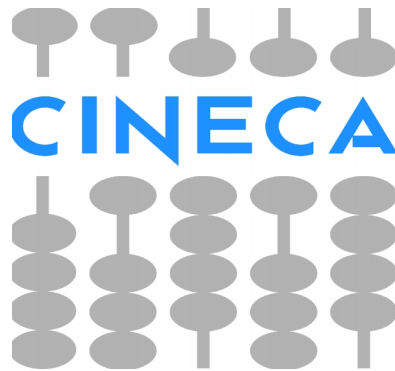
Apartado Postal 595, Trujillo, Perú

Teléfono: +51-44-949838067

URL: <http://www.arqueobios.org>

CARÁTULA: Estatuillas de madera de la época Chimú saliendo de un bosque de “algarrobos” *Prosopis pallida*.

LA REVISTA "ARCHAEOBIOS ESTA INDEXADA EN:



CONTENIDO

| | <u>Páginas</u> |
|--|----------------|
| • INTRODUCCIÓN | 1 |
| • ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN | |
| Análisis arqueométricos de las estatuillas de madera del conjunto amurallado Utzh An (expalacio Gran Chimú) del complejo arqueológico Chan Chan, costa norte del Perú. <i>Teresa E. Rosales, Nadia V. Gamarra y Henry L. Gayoso</i> | 5 |
| La escultura singular de un pez en un sitio del Epiclásico mesoamericano (Xochicalco, Morelos, México) <i>Claudia Alvarado y Eduardo Corona-M</i> | 23 |
| Reflexiones preliminares sobre la introducción de las practicas ganaderas europeas en una comunidad rural mesoamericana en la Nueva España <i>Karine Lefebvre y Aurélie Manin</i> | 41 |
| • ARTÍCULOS DE REVISIÓN | |
| Bioarchaeology to bring back scents from extinct plants - Review <i>Gabriel Dorado, Fernando Luque, Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete, Patricia Raya, Jesús Sáiz, Adela Sánchez, Teresa E. Rosales, Víctor F. Vásquez, Pilar Hernández</i> | 66 |
| Bioarqueología para recuperar aromas de plantas extintas - Revisión <i>Gabriel Dorado, Fernando Luque, Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete, Patricia Raya, Jesús Sáiz, Adela Sánchez, Teresa E. Rosales, Víctor F. Vásquez, Pilar Hernández</i> | 76 |
| El gen <i>FOXI3</i> y sus repercusiones zooarqueológicas en el perro sin pelo del Perú (<i>Canis lupus familiaris</i>) - Revisión <i>Víctor F. Vásquez, Teresa E. Rosales, Gabriel Dorado, Pedro Allemant, François Darleguy</i> | 87 |
| • FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA | |
| Diferencias morfológicas de las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, 1798 y <i>Chenopodium petiolare</i> Kunth, mediante MEB <i>Víctor F. Vásquez y Teresa E. Rosales</i> | 103 |
| • LIBROS PUBLICADOS Y POLÍTICA EDITORIAL | 106 |

Introducción

Estamos finalizando el año 2019 y cumplimos 13 años publicando la revista ARCHAEOBIOS. Las contribuciones de los diversos artículos publicados han sido variadas e interesantes para el conocimiento de diversos temas de importancia en la bioarqueología de los andes y de iberoamérica.

Es inagotable la cantidad de materiales que aún quedan por investigar en los yacimientos prehispánicos del mundo andino, sin embargo, hay una proliferación peligrosa de estudios realizados por jóvenes e inexpertos que no son rigurosamente controlados por los especialistas en bioarqueología. Por ejemplo, la información en ictioarqueología en nuestro medio, sigue siendo manejada de la forma más arbitraria en lo que se refiere a una metodología sistemática, por lo tanto la historia de la pesca prehispánica esta siendo distorsionada, porque se desconocen los aspectos detallados de la metodología que utiliza la zooarqueología, ecología y en general la bioarqueología, además de una escasa o nulas evidencias de colecciones comparativas (cuyas filiaciones no han sido declaradas), por ejemplo de peces cartilaginosos, que para este caso ya ha sido advertido y publicado en un artículo de la revista *Archaeobios* 12.

Para ilustrar comparativamente el caso anterior con un caso que esta, siendo revisado rigurosamente, debemos comentar que, en el año 2015, los genetistas Alondra Díaz Lameiro (Puerto Rico) y Andrew Merriwether (EUA), del departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Binghamton, publicaron en el 84th Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists, el trabajo *Using Ancient DNA to Discover the True Domestication Origins of South American Camelids*. Una de las conclusiones más novedosas de su investigación, fue que la “alpaca” *Vicugna pacos*, descendía del “guanaco” *Lama guanicoe*, cambiando así los modelos filogenéticos que existían a la fecha para los camélidos sudamericanos. La investigación no ha sido publicada aún, porque sencillamente los especialistas de las revistas especializadas, preguntaron cuáles eran los fundamentos de la identificación de los huesos antiguos, es decir qué características morfológicas permitieron identificar si los huesos pertenecían a “alpaca”. La investigación aún no puede ser difundida, porque precisamente el análisis zooarqueológico no ha convergido con los análisis de ADN antiguo.

Si lo anterior sucede en un alto nivel científico, imaginará el lector lo que ocurre con las anteriormente indicadas investigaciones ictioarqueológicas que se vienen sucediendo en la costa norte del Perú. No están validadas por los especialistas, y sin embargo tienen una cobertura de medios periodísticos y televisivos, que terminan distorsionando con más peligro la historia. Lo mismo esta ocurriendo con la información isotópica de camélidos prehispánicos, donde el estudio zooarqueológico no ha sido riguroso, pero la información isotópica es abundante, convirtiéndose en sospechosa especialmente porque no hay una convergencia metodológica que asegure la fidelidad de las identificaciones óseas, y por lo tanto las interpretaciones presentan serias dudas, con honrosas excepciones de investigaciones realizadas por especialistas del continente norteamericano (EUA y Canadá).

Lo mismo está sucediendo con inexpertos que están incursionando en el campo de la Antropología Física, que para mayor marketing la denominan como Antropología Forense. En este contexto varios jóvenes arqueólogos se están autodenominando, especialistas en Antropología Forense. Esta disciplina se auxilia de la arqueología para reconstruir la conducta criminal y recuperar evidencias que permiten reconstruir eventos con presunción delictiva, y es estrictamente en esta parte, su contribución. Hemos detectado que estos jóvenes no distinguen esta disciplina de la Medicina Forense, y se proclaman especialistas, peor aun cuando no tienen experiencia, hay un pobre manejo de conocimientos porque no tienen acceso a libros y revistas especializadas, no dominan el idioma inglés, y finalmente no han publicado nada.

Lamentablemente hay un desconocimiento general en algunas universidades de nuestro país sobre bioarqueología, donde no se ha aclarado bien el rol que tiene cada profesional, por ejemplo, para la investigación de entierros masivos de índole arqueológica o fosas comunes contemporáneas, se necesita de varios profesionales especialistas. Lo mismo pasa con la zooarqueología, arqueobotánica y sus disciplinas que derivan de cada una de ellas. El manejo de la sistemática y taxonomía, en los informes, artículos y publicaciones periodísticas, en muchos casos resulta aberrante, incluso charlas donde se vierten muchos errores que lamentablemente se repiten de generación en generación, cual copia de una herencia mendeliana.

Los comentarios anteriores tienen respaldo cuando se revisa la Prueba Pisa del año 2018 (<http://www.oecd.org/publications/pisa-2018-results-volume-ii-b5fd1b8f-en.htm>), nuestro país ocupa el puesto 64 de 77 países evaluados. Los promedios en lectura, matemáticas y ciencias han mejorado respecto a los obtenidos en el 2015. No obstante, el Perú ocupa el último lugar en la lista de países evaluados en Sudamérica. La Arqueología es una ciencia multidisciplinaria, que está fuertemente asociada con las ciencias exactas (Matemáticas, Estadística, Física), con la Genética, Química y con muchas ciencias que se encargan de reconstruir el pasado con sus metodologías. Los estudiantes de arqueología y los mismos profesionales deben tener en cuenta que estamos en el siglo XXI, que la ciencia, como es la Arqueología, debe ser cuidadosamente ejecutada en las investigaciones, que es necesario elevar el nivel de los conocimientos, para lo cual es necesario seguir estudiando y capacitándose, porque el objetivo de la Arqueología no es ser mediáticos para ser famosos mediante mentiras que alteran la historia, de las cuales abundan desde el famoso Hombre de Piltdown.

En este contexto, nuestra revista que es de distribución gratuita constituye una herramienta útil donde los artículos producto de investigaciones y revisiones exhaustivas de bibliografía especializada, permite a los estudiantes y profesionales de las ciencias sociales y de las ciencias en general, poder tener nuevos conocimientos de investigaciones donde concurren diversas disciplinas y la correcta aplicación de las metodologías. Algunos artículos siempre están escritos por lo menos en dos idiomas, y por lo tanto hay más pluralidad para los lectores.

El contenido de este número, tiene en su sección de artículos de investigación uno referido a un estudio con métodos arqueométricos de las estatuillas de madera descubiertas en el ex palacio Gran Chimú en Chan Chan. Estas estatuillas presentaban una máscara con cobertura blanca al exterior y roja al interior. La técnica FRX (Fluorescencia de Rayos X) ha permitido conocer los elementos químicos que se utilizaron para preparar estas máscaras, además del estudio microscópico (microscopía digital) de la especie maderable que se utilizó para esculpir las estatuillas. La convergencia de ambas metodologías ha permitido conocer mejor la identidad y rol de las estatuillas.

El siguiente artículo corresponde a la identificación de un pez a partir de una escultura de un sitio del epiclásico mesoamericano en Xochicalco (México). Según reseñan los autores, el mundo acuático tuvo un rol muy importante en Xochicalco y la metodología utilizada permitió realizar una aproximación a su identificación taxonómica. La sección de artículos de investigación finaliza con un artículo sobre la introducción de las prácticas ganaderas europeas en una comunidad rural mesoamericana. El análisis zooarqueológico demuestra con la identidad de los restos óseos, una variedad de especies europeas y nativas, demostrando así que a partir de 1540 había crianza de cabras y ovejas en las zonas rurales del occidente de México.

En la sección de artículos de revisión, tenemos dos artículos, uno de ellos en inglés y español, se trata sobre las modernas técnicas moleculares que actualmente existen para poder clonar genes antiguos de plantas aromáticas extintas. El artículo revisa como la clonación de genes codificantes de enzimas, catalizan la biosíntesis de moléculas aromáticas, produciendo así fragancias antiguas, lo que implica el potencial de las nuevas técnicas moleculares aplicadas en este caso a la arqueobotánica.

Otro artículo relevante en esta sección, está referido al Perro Sin Pelo del Perú (PSPP) y el efecto del gen *Foxl3* sobre su estructura ósea, especialmente en la dentición y el conducto auditivo externo. Siendo que este gen está mutado y es importante comprender el estado en que se encuentra el gen en estos perros, debemos comprender las repercusiones culturales y zooarqueológicas que deben haber sucedido con la presencia de los restos óseos de este perro en los sitios costeros prehispánicos. A la fecha no hay ningún registro zooarqueológico de sus restos que indiquen la identificación de esta raza de origen americano. Aunque hay una buena cantidad de representaciones escultóricas, se desconocen los restos del PSPP. Posiblemente están almacenados porque no fueron identificados correctamente, o porque su rol en tiempos prehispánicos fue diferente a las razas de perro con pelo.

La última sección es la fotogalería en bioarqueología, en esta oportunidad dos imágenes obtenidas con microscopía electrónica de barrido de semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Chenopodium petiolare* “quinua negra”, muestran la morfología de la semilla, tanto en la topografía de superficie de ambas semillas y las formas del margen. Ambas variables son muy importantes en los estudios de domesticación de este cultivo, y se hace

indispensable el uso de esta metodología para definir bien el proceso de domesticación, las formas intermedias del cultivo, las formas primitivas de la semilla domesticada y las semillas de los ancestros silvestres. Los estudios de domesticación de la quinua que se han realizado en Bolivia y la sierra sur del Perú han brindado valiosa información de este cultivo, teniendo en cuenta que los ancestros silvestres que han contribuido a este proceso, son varias especies silvestres. Para finalizar el contenido de la revista tenemos la sección de libros publicados de interés en bioarqueología y nuestra política editorial como guía para los interesados en publicar en nuestra revista.

Esperamos que este nuevo número constituya una contribución para seguir con la buena formación de estudiantes, profesionales y público en general, nuestro esfuerzo va en función del público que ha sabido valorar este trabajo de 13 años.

La Dirección



ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN



Análisis arqueométricos de las estatuillas de madera del conjunto amurallado Utzh An (expalacio Gran Chimú) del complejo arqueológico Chan Chan, costa norte del Perú

Teresa E. Rosales ¹, Nadia V. Gamarra ² y Henry L. Gayoso ³

Autor de correspondencia. Codirector del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas – ARQUEOBIOS. Apartado Postal 595, eMail: <teresa1905@hotmail.com>; ² *Directora del Programa de Investigación, Conservación y Puesta en Valor del Complejo Arqueológico Chan Chan, carretera Huanchaco s/n <nadiagamarra@gmail.com>;* ³ *Responsable del PIP “Restauración de muros perimetrales del C.A. Uzth An – Complejo Arqueológico Chan Chan”, Jr. Ugarte 644-19 – Trujillo, eMail: <hgrullier@gmail.com>, Perú*

Resumen

En el marco de las excavaciones de la temporada 2018 del conjunto amurallado Utzh An, se descubrieron los restos de 20 estatuillas esculpidas en madera, ubicadas dentro de nichos elaborados a ambos lados del corredor, que daba acceso al conjunto amurallado. En este artículo se presentan los resultados de los análisis histológicos y arqueométricos realizados a la madera, así como la aplicación externa e interna que presentaban las máscaras, que cubrían los rostros de los individuos esculpidos. Además, se intentará inferir la identidad y rol de las estatuillas, dentro del discurso arquitectónico de dicho conjunto amurallado.

Palabras clave: Histología, fluorescencia de rayos X (FRX), algarrobo, cinabrio, Chan Chan, Perú.

Abstract

During excavations at Utzh An architectural compound during 2018 season, 20 wooden statuettes were found inside niches, on both sides of the entrance corridor, allowing access to the walled enclosure. In this paper, we present the results of histological and archaeometric analyses performed on the wood, as well as the external and internal applications shown by the masks, covering the faces of the sculpted individuals. In addition, we will try to deduce the identity and role of these statuettes, within the architectural discourse of such walled complex.

Key words: Histology, X-ray fluorescence (XRF), carob tree, cinnabar, Chan Chan, Peru.

Introducción

El Proyecto Especial Complejo Arqueológico Chan Chan viene ejecutando desde el año 2006 labores de investigación y conservación en el sitio arqueológico. En el marco de sus actividades, se ejecutó entre los meses de abril y diciembre de 2018 la segunda temporada de investigación en el conjunto amurallado Utzh An (expalacio Gran Chimú), teniendo como principal objetivo la conservación y recuperación de sus muros perimetrales. Estas actividades se ejecutaron como parte de un programa de investigación en donde se interviene diversos sectores de Chan Chan (figura 1).



Figura 1. Ubicación del conjunto amurallado Utzh An (expalacio Gran Chimú) en la zona nuclear de Chan Chan, así como de la zona de intervención en la temporada 2018.

Durante las excavaciones, se logró identificar un corredor que servía de entrada al conjunto amurallado desde la calle. Al retirar la capa de escombro que lo cubría, se descubrieron 20 hornacinas, diez por cada lado, conteniendo estatuillas de madera en diferente estado de conservación (figura 2). Todas tenían indicios de haber sido atacadas por insectos xilófagos (que se alimentan de madera).



Figura 2. Corredor de entrada al conjunto amurallado **Utzh An**. Se aprecian 20 hornacinas, 10 por cada lado, las cuales contuvieron las 20 estatuillas de madera encontradas. El muro que sella el corredor desde la calle corresponde a una reocupación.

Estas estatuillas representaban personajes que visten un casco de forma trapezoidal, ligeramente inclinado hacia adelante, una túnica o faldellín y un collar de cuentas circulares. Dependiendo de la estatuilla, portan en una de las manos una cabeza decapitada. En la otra, tienen un elemento que puede ser una porra o un cetro alargado, del cual cuelga un cuchillo ceremonial tipo tumi. Sobre el rostro, portan una máscara de color blanco. Cada personaje se sitúa sobre un pedestal cúbico (figura 3).

Como parte de esta investigación, se realizó el análisis tanto de la madera de las estatuillas como de sus máscaras, con el fin de conocer el material del que estaban hechos.

Materiales y Métodos

Para el caso de la madera, se realizó un análisis histológico. Por su parte, el material aplicado al exterior e interior de las máscaras fue analizado mediante la técnica de fluorescencia de rayos X [FRX; del inglés, "X-ray fluorescence" (XRF)].

Análisis histológico

Los análisis de la madera se han realizado por medio de la observación microscópica de sus caracteres anatómicos-vasculares y organolépticos (sus elementos componentes más color, olor, sabor, brillo, veteado, grano y textura).

Una vez colectada las muestras, fueron acondicionadas adecuadamente para su embalaje y traslado al laboratorio. Cada una fue tratada individualmente y limpiada con aire comprimido, para eliminar polvo e impurezas, dejándola limpia para el siguiente paso. La muestra limpia fue

observada bajo un microscopio estereoscópico, con aumentos de 10X, 30X y 50X, con la finalidad de identificar los planos transversal y longitudinal de la misma. Ello permitió hacer los cortes histológicos respectivos con hojas de bisturí y navajas especiales.



Figura 3. Estatuillas de la entrada a Utzh An. Vista (a) frontal, (b) posterior y (c) detalle de cabeza decapitada, sostenida por la mano derecha del individuo (estatuilla 2E).

Los cortes histológicos fueron observados mediante microscopía digital con un equipo “Digital Microscope” modelo AM4117MZT de Dino-Lite (Hsinchu, Taiwan) conectado a un ordenador portátil con software Dino-Capture 2.0 del mismo fabricante. De este modo, se observó la anatomía vascular de la madera en sus dos planos (transversal y longitudinal), con aumentos de 120X (figuras incluidas en este trabajo), 150X y 200X. Las imágenes fueron grabadas mediante el mismo software y analizadas en un ordenador con tarjeta gráfica y pantalla de alta resolución. Se tuvieron en cuenta diversos criterios. Por ejemplo, para la cara transversal se consideró la presencia o ausencia de vasos (poros) y sus clases (solitarios, múltiples, agrupados y en cadena, entre otros), presencia o ausencia de los diversos tipos de parénquima (axial y radial, según tipos), y características de las líneas radiales. Para la cara longitudinal, se tuvieron en cuenta los tipos de vasos, radios, canales resiníferos y estructuras estratificadas.

Obtenidas todas las características de ambos planos, se cotejó con claves taxonómicas dicotómicas, para árboles de la costa norte del Perú (Fernández y Rodríguez, 2007) y la página web “Inside Wood” <<http://insidewood.lib.ncsu.edu>>. Asimismo, se usó la colección comparativa de láminas montadas con tejidos de maderas de los árboles nativos cultivados y silvestres de la costa norte del Perú del laboratorio del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas - Arqueobios.

Análisis de fluorescencia de rayos X

La técnica de fluorescencia de rayos X se utiliza para determinar concentraciones de elementos químicos. Es un método analítico de alta precisión. Tiene las ventajas de permitir preparar las muestras de manera sencilla y de no ser destructivo en la mayoría de las aplicaciones. Se procedió con la toma de seis muestras de las máscaras que cubren las estatuillas de madera, tanto del exterior, que tiene color blanquecino (figura 4), como del interior, que tiene color rojo (figura 5), y dos muestras de pigmentos.



Figura 4. Parte externa de máscara que cubría estatuilla. Se aprecia su color blanquecino, siendo analizado mediante FRX.



Figura 5. Parte interna de máscara que cubría estatuilla. Se aprecia su color rojo, el cual fue analizado mediante FRX.

El muestreo se hizo en aquellas partes de las máscaras que se encontraban fragmentadas, para no malograr la parte principal. El mismo criterio se utilizó tanto para la cara externa como para la cara interna. Las muestras fueron procesadas con aire comprimido para eliminar contaminantes que pudieran contaminar los resultados del equipo FRX. Para este paso, se utilizó equipo estéril (pinzas, guantes de cirugía y tapabocas).

Las muestras fueron colocadas en cámara hermética porta-muestras (pistola) del equipo Niton XL3t Gold, con Niton XRF Analyzer y visor Mobile Test Stand Assy de Thermo Fisher Scientific (Waltham, MA, EUA). Cada muestra fue sometida a 120 segundos de escaneo, mediante irradiación de rayos X.

Los datos fueron transferidos al ordenador mediante conexión USB, usando el software de visualización digital "NDT Archive for HPX Digital Systems" de Data Management (Rochester, NY, EUA). Posteriormente, los datos cuantitativos porcentuales fueron exportados como "XLSX" (Excel) de Microsoft (Redmond, WA, EUA) y "PDF" (Acrobat) de Adobe (San José, CA, EUA). Los resultados fueron analizados.

Resultados

Para garantizar la conservación de las estatuillas, el total de estas no fue analizado. Para el análisis histológico, se tomaron seis muestras de las estatuillas. Adicionalmente, se tomaron dos muestras de dos vigas de dinteles de los extremos de un corredor del mismo sector de Utzh An. Posteriormente, se compararon las imágenes obtenidas de las ocho muestras, para intentar determinar si algunas estatuillas fueron construidas con madera proveniente del mismo árbol.

Histología

Se estudiaron las características anatómico-vasculares y según se puede observar en la tabla 1, todas las estatuillas (muestras 1 a 6) fueron esculpidas a partir de madera de algarrobo (*Prosopis pallida*). Las muestras 7 y 8, corresponden a vigas de dintel de vanos de acceso, obtenidas de madera de espino (*Acacia* sp. posiblemente de *Acacia macracantha*) y de algarrobo (*Prosopis pallida*), respectivamente.

Tabla 1. Identificación taxonómica de maderas. Fueron utilizadas para la fabricación de las seis estatuillas y las dos vigas de dinteles.

| Muestra | Descripción | Contexto | Identificación taxonómica |
|---------|---------------------|----------|---------------------------|
| 1 | Estatuilla G01 | 1E | <i>Prosopis pallida</i> |
| 2 | Estatuilla G02 | 2E | <i>Prosopis pallida</i> |
| 3 | Estatuilla G03 | 5E | <i>Prosopis pallida</i> |
| 4 | Estatuilla G04 | 3W | <i>Prosopis pallida</i> |
| 5 | Estatuilla G05 | 5W | <i>Prosopis pallida</i> |
| 6 | Estatuilla G06 | 1W | <i>Prosopis pallida</i> |
| 7 | Vigas de madera G07 | LDP38 | <i>Acacia</i> sp. |
| 8 | Vigas de madera G08 | LDP40 | <i>Prosopis pallida</i> |

En el plano transversal de la muestra 1, se observa que esta madera de algarrobo tiene porosidad difusa. Presenta parénquima paratraqueal confluyente grueso, muy abundante, junto con vasicéntrico grueso, en bandas que se ven del mismo ancho o algo mayor que las del tejido fibroso con el que se alternan. Se aprecian poros solitarios y múltiples cortos, vacíos u ocluidos. A veces, están orientados, con tendencia oblicua con respecto a los radios (figura 6). En sección longitudinal (muestra 5), las fibras aparecen no septadas, siendo de pared gruesa, entre 4 y 12 mm (figura 7).

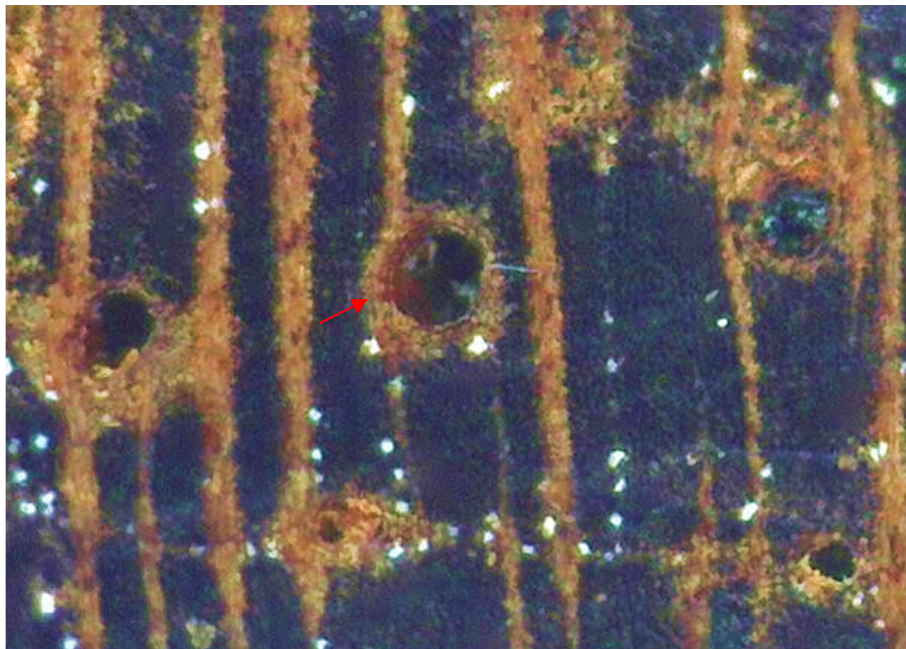


Figura 6. Sección transversal de estatuilla. Se trata de la muestra 1, que presenta porosidad difusa, parénquima paratraqueal confluyente, de tipo vasicéntrico, de manera muy evidente (flecha roja).

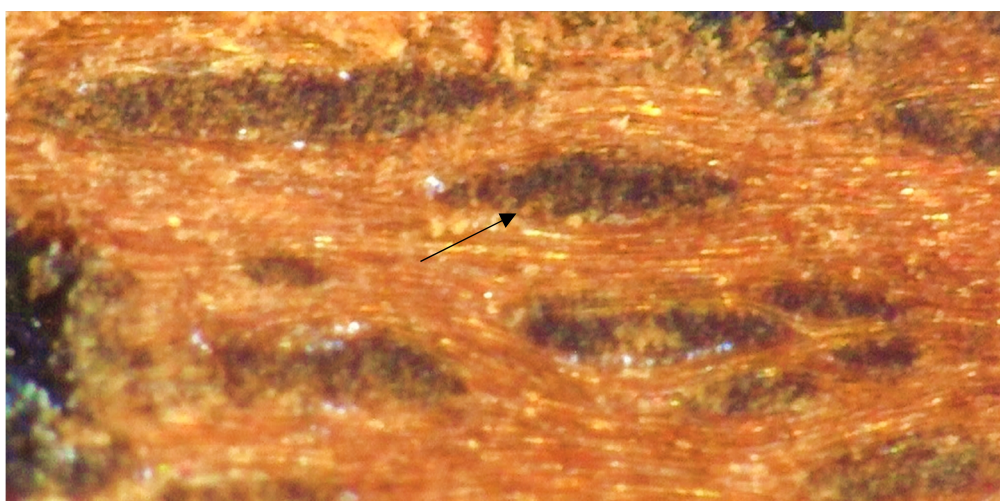


Figura 7. Sección longitudinal de estatuilla. Se trata de la muestra 5, que presenta fibras no septadas y de pared gruesa, entre 4 y 12 mm de largo (flecha negra).

La madera del árbol espino en plano transversal es de porosidad difusa, parénquima de tipo paratraqueal confluyente, vasicéntrico aliforme (primera diferencia con el algarrobo), poros solitarios, algunos doblemente septados (figura 8). En vista longitudinal, las fibras son no septadas, más alargadas y menos gruesas a diferencia del algarrobo (figura 9).

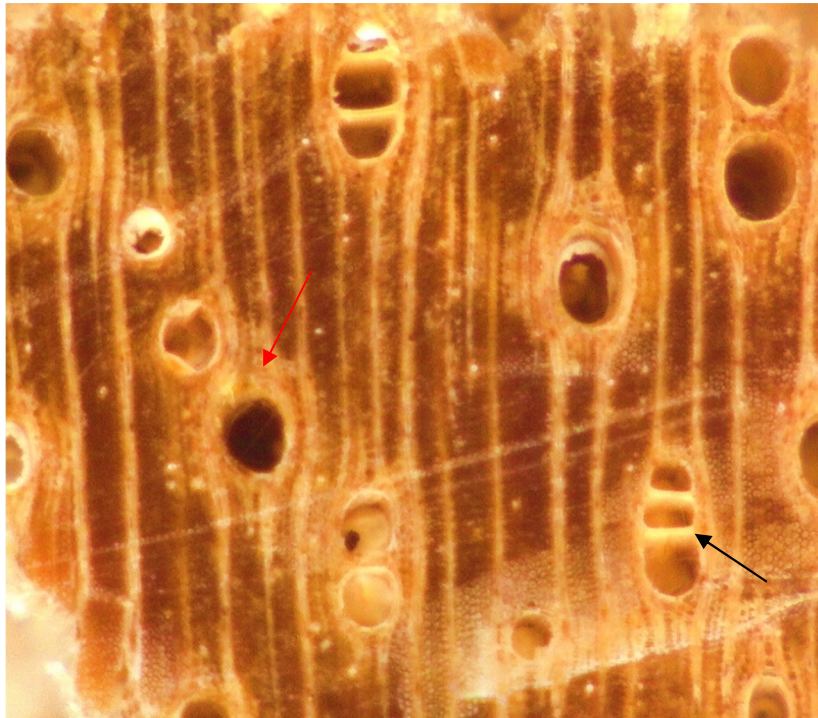


Figura 8. Sección transversal de viga. Se trata de la muestra 7, presentando porosidad difusa, parénquima paratraqueal confluyente, de tipo aliforme (flecha roja), con vasos múltiples septados (flecha negra), típicos del género *Acacia*.



Figura 9. Sección longitudinal de viga. Se trata de la muestra 7, presentando fibras no septadas y de pared gruesa, entre 4 y 12 mm de largo (flecha negra). Por tanto, son más delgadas que las del algarrobo.

La mayoría de las muestras muestran una madera resinosa y compacta.

Fluorescencia de rayos X

Se analizaron cuatro estatuillas y dos muestras de pigmentos (tablas 2 y 3), encontrados en el contexto funerario del conjunto amurallado Utzh An. A continuación, se describen dichos resultados para las seis muestras analizadas. No se analizaron las cuatro muestras bien conservadas, para no alterarlas. Los resultados cuantitativos, obtenidos mediante FRX, de la presencia de elementos químicos a nivel porcentual, revelaron su origen.

Tabla 2. Relación de muestras analizadas y su contexto. Fueron analizadas mediante FRX.

| Muestra | Descripción | Contexto | Observaciones |
|---------|----------------|----------|------------------|
| 1 | Estatuilla G03 | 5E | Máscara - blanco |
| 2 | Estatuilla G05 | 5W | Máscara - Rojo |
| 3 | Estatuilla G01 | 1E | Máscara - Blanco |
| 4 | Estatuilla G02 | 2E | Máscara - Blanco |
| 5 | Pigmento | tumba | Rojo |
| 6 | Pigmento G04 | 5E | Rojo |

Tabla 3. Datos cuantitativos de elementos químicos de las muestras. Se expresan como porcentajes. Fueron obtenidos mediante FRX.

| Muestra | Sr | As | Au | Pb | Zn | Cu | Ni | Fe | Mn | Ti | Ca | K | Al | P | Si | Cl | S | Hg |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 0,011 | 0,000 | 0,027 | 0,008 | 0,012 | 0,000 | 0,000 | 0,212 | 0,000 | 0,04 | 11099 | 0,03 | 0,000 | 0,031 | 0,677 | 0,023 | 0,074 | 3851 |
| 2 | 0,222 | 0,078 | 1263 | 0,133 | 0,677 | 0,042 | 0,064 | 0,426 | 0,059 | 0,054 | 19734 | 0,24 | 0,000 | 3701 | 1069 | 0,301 | 27354 | 54,86 |
| 3 | 0,006 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 0,46 | 0,000 | 0,076 | 10696 | 0,146 | 0,283 | 0,084 | 2086 | 0,054 | 0,065 | 0,4981 |
| 4 | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,792 | 0,000 | 0,104 | 18014 | 0,322 | 1393 | 0,341 | 6144 | 0,142 | 0,176 | 0,000 |
| 5 | 0,945 | 0,52 | 6726 | 0,772 | 3082 | 0,721 | 0,355 | 1592 | 0,309 | 0,069 | 13151 | 0,356 | 0,000 | 11619 | 3708 | 0,334 | 46793 | 39,98 |
| 6 | 0,894 | 0,576 | 6234 | 0,792 | 2886 | 0,158 | 0,336 | 1656 | 0,308 | 0,109 | 6,52 | 0,317 | 0,000 | 12515 | 4462 | 0,536 | 57559 | 37,55 |

Los espectros generados por el análisis de las muestras del exterior, interior y pigmento rojo, permiten identificar la materia prima utilizada en cubrir la parte externa e interna de las máscaras.

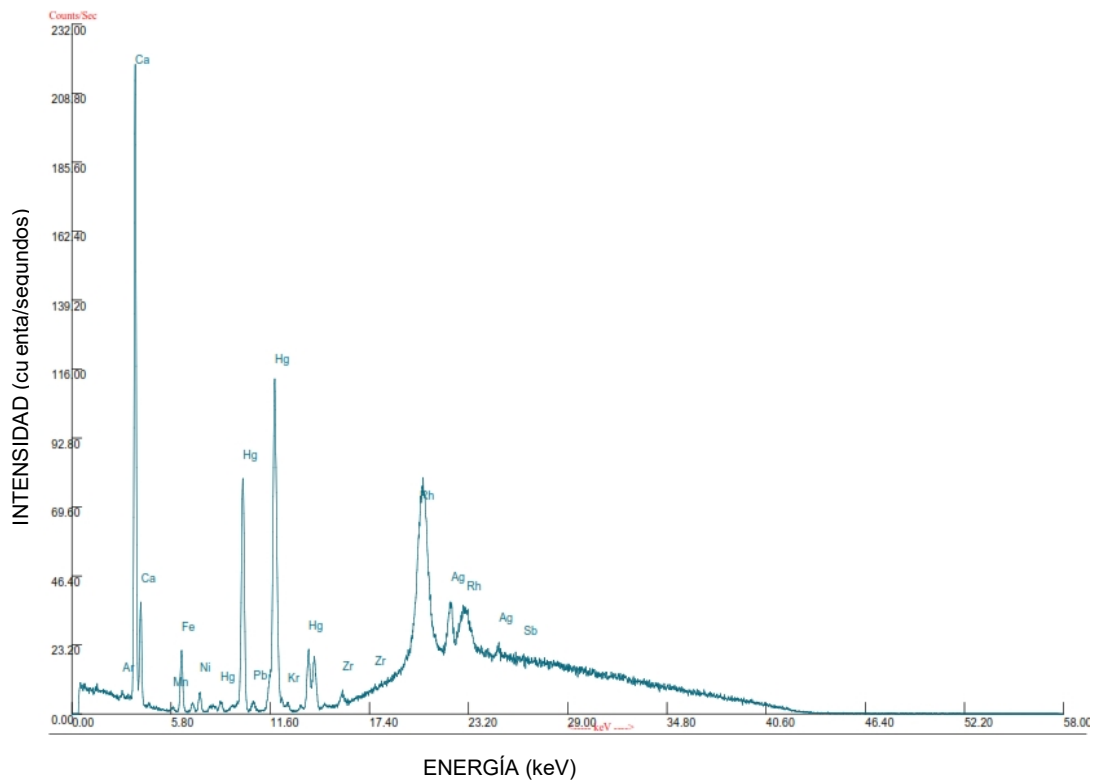


Figura 10. Espectro de fluorescencia de rayos X de parte externa blanquecina de máscara. Corresponde al análisis de la muestra 1.

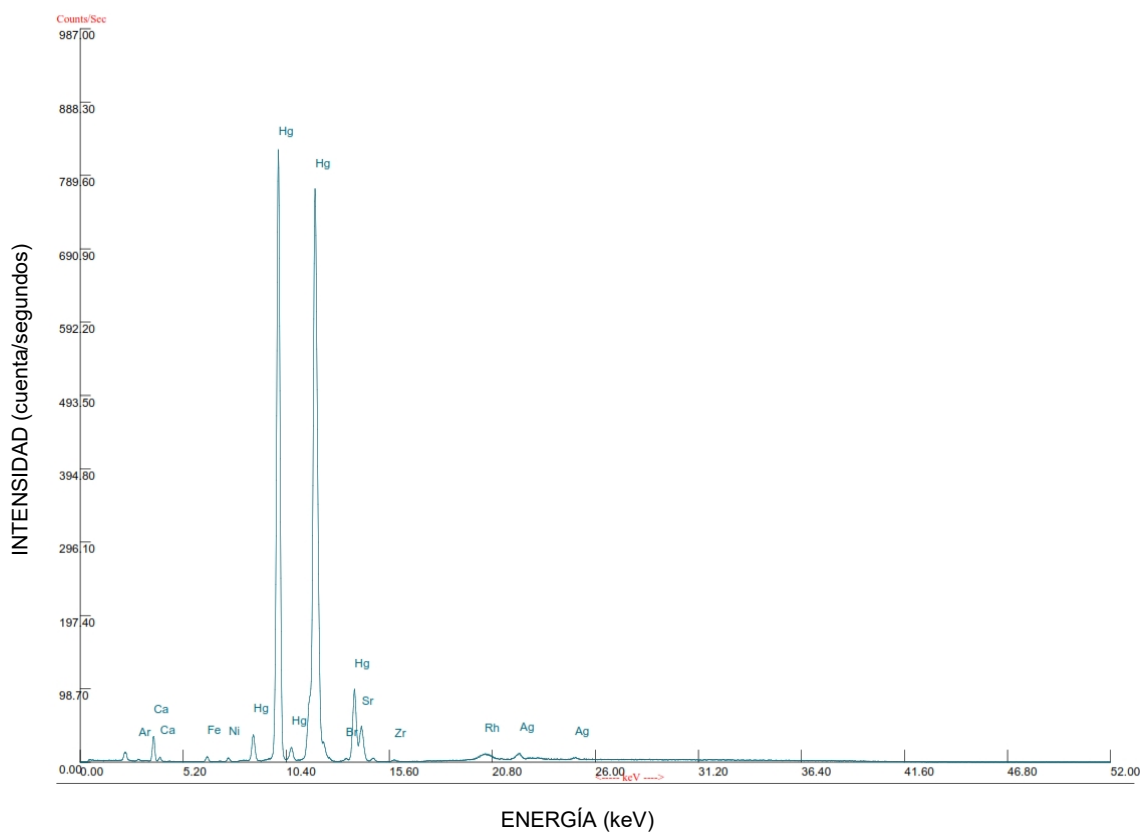


Figura 11. Espectro de fluorescencia de rayos X de parte interna roja de máscara. Corresponde al análisis de la muestra 2.

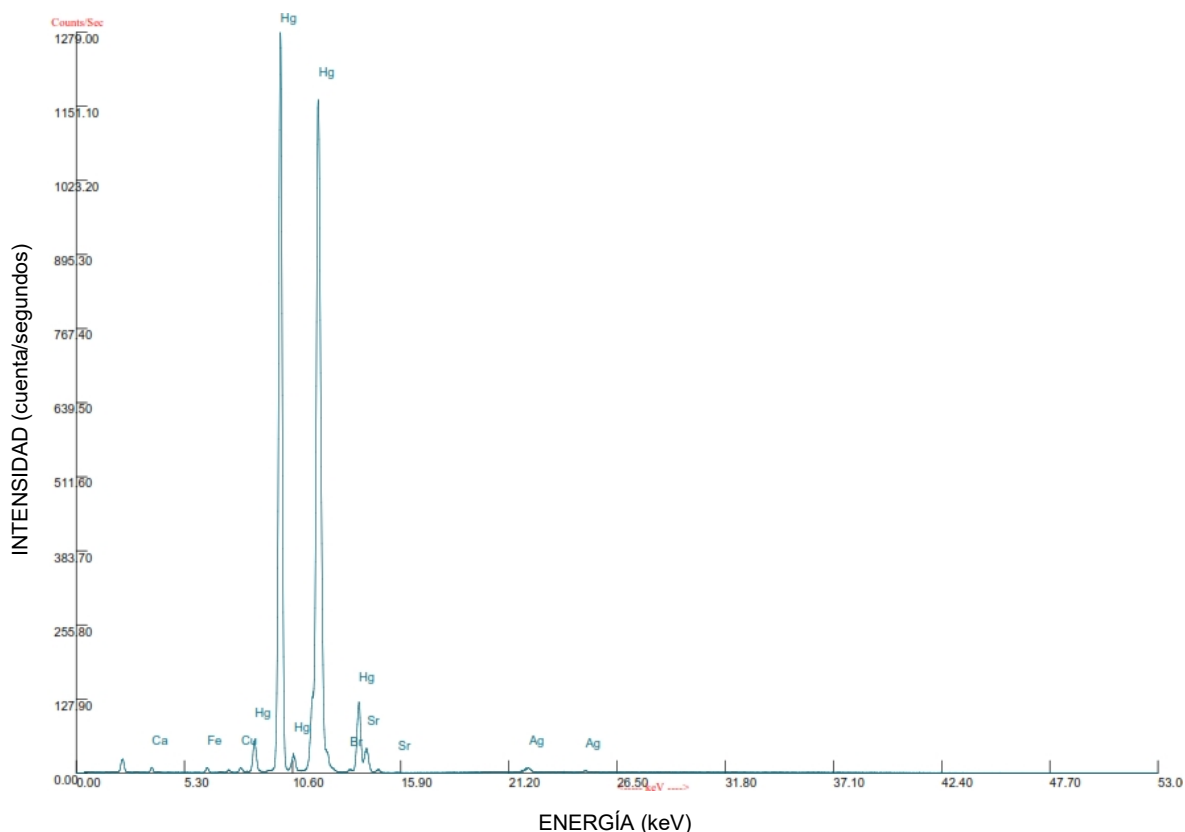


Figura 12. Espectro de fluorescencia de rayos X del pigmento interno rojo de máscara. Corresponde al análisis de la muestra 5.

Asimismo, los espectros del pigmento interno rojo de las máscaras mostraron también la presencia mayoritaria de mercurio, como aparece en la figura 12 (Hg; 39,98%). Además, contenían azufre (S; 46.793%, tabla 3). Por ello, se espera la formación de cinabrio. También se encontraron trazas de calcio (Ca), silicio (Si), fósforo (P), oro (Au), zinc (Zn) y cloro (Cl) (ver tabla 3)

Discusión

Se ha preferido el método histológico para identificar la madera, por encima de los químicos, ya que estos últimos son poco fiables, pues se fundamentan en el análisis de la cantidad y tipo de sustancias químicas contenidas en las maderas, cuya presencia y abundancia están muy influenciadas por los factores ambientales.

Esau (1958) indicó que la utilización de la madera con fines de identificación taxonómica requiere un conocimiento muy sólido de la estructura de tal material y de los factores que lo modifican. La búsqueda de características de diagnóstico se basa en el examen de las colecciones de más de un árbol de la misma especie, y con la adecuada atención de qué lugar ocupaba la misma en el árbol. La madera adquiere su carácter de madurez no

en el comienzo de la actividad del crecimiento del cambium, sino en los posteriores incrementos de crecimiento.

Así, la madera de una pequeña rama sería de una edad ontogénicamente diferente de la del tronco del mismo árbol. Es más, en ciertos lugares, la madera tiene propiedades de reacción que se desvían más o menos de las características consideradas típicas del taxón en cuestión. Las condiciones ambientales adversas o inusuales y los métodos inadecuados de preparación de la muestra para microscopía pueden alterar también las características diagnósticas.

Todos estos detalles, propuestos por Esau (1958), fueron aplicados al muestreo. Asimismo, para la preparación e identificación taxonómica de las muestras de madera de seis de un total de 20 estatuillas y dos vigas que fueron registradas en las excavaciones.

Los análisis histológicos de las seis muestras de estatuillas y dos de vigas indicaron que fueron fabricadas con madera de algarrobo y espino. Ambos son árboles típicos de la costa norte del Perú. Forman bosques conocidos como algarrobales y espinales, respectivamente, dentro del ecosistema de bosque seco. Hay indicios arqueobotánicos (semillas y vainas) de algarrobo en los sitios domésticos de Chan Chan. Su madera se utilizó como material de construcción, como combustible y como soporte para la elaboración de objetos artesanales, de carácter ritual y utilitario. También se usaron sus vainas como alimento (Ugent y Ochoa, 2006).

No fue posible determinar si las estatuillas estudiadas fueron fabricadas con madera del mismo o distintos árboles. Ello es debido al pequeño tamaño de las muestras, que miden aproximadamente 2 cm. Para realizar tal estudio, hubiera sido necesario determinar el tipo de albura y duramen, que abarcan todo el diámetro del tronco del árbol.

Por otro lado, los artesanos probablemente seleccionaron árboles adultos y grandes para hacer las estatuillas. Ello permite disponer de mayor cantidad de madera. Asimismo, su dureza representa una ventaja para su supervivencia en el tiempo, lo cual es un valor añadido y deseado en los enterramientos rituales. Podría haber entonces un criterio ideológico o religioso en la selección de la madera.

Según nuestros conocimientos, el presente estudio es el primero publicado sobre análisis histológicos de estatuillas de madera de la época Chimú. Anteriormente, solo se ha mencionado que se trataba de objetos fabricados con madera de algarrobo, según exámenes *de visu*. No obstante, un estudio riguroso requiere llevar a cabo análisis histológicos. De hecho, hay pruebas del uso de madera de otras especies en diferentes épocas prehispánicas. Por ejemplo, la de lúcumo (*Pouteria lucuma*), utilizada para elaborar el ídolo del Templo Pintado de Pachacamac (Pozzi-Escot et al, 2013), y el ídolo encontrado en el edificio D de la huaca Cao Viejo (Franco et al, 2001).

Existen diversos indicadores de poder en cualquier sociedad, en general, y el mundo andino, en particular. Entre ellos se encuentran el cetro o la porra, el cuchillo ceremonial tipo tumi, la cabeza decapitada y la máscara. Se considera que las porras fueron las armas contundentes más utilizadas por los guerreros de los valles norcosteños del Perú en la época prehispánica. Al menos, así lo sugiere la iconografía de los moches, que son los ancestros de los chimúes. Hay ejemplos en los que las porras adquieren el rol de cetro, como en el caso de la famosa Señora de Cao, en el valle de Chicama (Franco, 2016). Esta dirigente fue enterrada en uno de los sitios moches más emblemáticos: la huaca Cao Viejo, en el complejo El Brujo, en el valle de Chicama del Perú. Este fascinante enterramiento muestra que los cetros eran utilizados por personajes con poder de mando. Por su parte, los cuchillos tipo tumi han sido tradicionalmente asociados a sacrificios humanos y a combates rituales. En ese sentido, la presencia de una cabeza decapitada es sugerente. No obstante, no necesariamente indica que fuera cortada con un tumi. Sea como fuere, un personaje que porte una cabeza decapitada o, como también se le conoce, una cabeza trofeo, sugiere un rol dramático en su sociedad, así como un gran poder religioso y social en aquella época precolombina (Tello, 1918).

Curiosamente, algunos señores y guerreros llevaban y exhibían en sus casas cabezas de sus enemigos derrotados, como muestra de dominación (Díaz, 2016) o porque creían que podrían protegerlos de algún daño que pudiera intentar causarle el espíritu del muerto (Forgey y Williams, 2003; Tung et al, 2007). Todo ello puede resultar sorprendente y aberrante en la actualidad, pero era considerado normal en dicha época.

Grupos culturales como los checas de Huarochiri, utilizaban máscaras elaboradas con yeso y huesos del rostro de sus enemigos capturados en las batallas, porque pensaban que de ellas procedía su valentía. Eran utilizadas en ceremonias que, en muchos casos, incluían bailes para propiciar la reproducción de los seres vivos (Díaz, 2016).

En relación a la fluorescencia de rayos X, esta técnica solo detecta elementos químicos como tales. La interpretación de posibles compuestos químicos formados por varios de dichos elementos básicos debe realizarse en función de posibles reacciones entre ellos. Por ejemplo, entre el calcio y el carbonato para el exterior de las máscaras. En el caso de las muestras del interior de las máscaras, sería la mezcla de azufre con mercurio.

Se consideran elementos traza en química analítica los que se encuentran en menos de 100 partes por millón (contador atómico), o menos de 100 microgramos por gramo de muestra. Dada la sensibilidad de la técnica de fluorescencia de rayos X, dichos elementos traza pueden provenir de la muestra analizada, pero también de posibles contaminantes del suelo, manipulación, almacenamiento, etc.

Las masas blanquecinas externas de las máscaras presentaron picos altos de calcio, como se muestra en la figura 10 (Ca, 11,09%). Ello indica que

debe estar formada por una mezcla de carbonato de calcio (CaCO_3). Asimismo, se aprecian trazas de silicio (Si), hierro (Fe), que probablemente provienen de la tierra que cubría la máscara. Las trazas de mercurio (Hg, 3,81%) posiblemente pasaron del interior hasta el exterior de la máscara.

Según los datos de fluorescencia de rayos X, el material obtenido del exterior de las máscaras (muestras 1, 3, 5 y 6), está compuesto de CaCO_3 . Este carbonato fue probablemente obtenido moliendo conchas. Posteriormente, sería mezclado con alguna sustancia orgánica, como resinas de árboles, no detectada por la fluorescencia de rayos X. Así, dicha mezcla tendría la dureza y maleabilidad necesarias para que los artesanos pudieran dar la forma deseada a la máscara.

El uso de conchas marinas para elaborar máscaras no sería casual. Probablemente, tenga que ver con la íntima relación que tuvo la sociedad chimú con el océano Pacífico. Debe recordarse que consideraban que su supuesto ancestro mítico, llamado Taycanamo, llegó por mar en una balsa. De hecho, las elites chimúes utilizaron sistemáticamente iconografía marina en su arquitectura monumental. Probablemente, ello fue una expresión plástica para intentar revalidar su relación familiar con este ancestro mítico. Justamente, los murales en Utzh An, del corredor y el patio principal, tienen motivos marinos. Entre ellos se encuentran olas y escaques, a manera de redes de pesca, como elementos decorativos principales. Aparte de ello, podría tener también relación con fenómenos naturales entendidos como divinos en la época. Entre ellos se encuentran los maremotos (causados por terremotos) y los fenómenos El Niño y La Niña.

Por su parte, los espectros de las masas internas de las máscaras presentaron picos altos de mercurio, como muestra la figura 11 (Hg; 54,86%). También contenían azufre (S; 25,35%, tabla 3). Por tanto, se espera que la masa interna sea sulfuro de mercurio (HgS), que es un mineral conocido como cinabrio. Hay trazas de calcio (Ca), fósforo (P) y oro (Au), que posiblemente forman parte de la mezcla que no contiene cinabrio. La presencia de oro, plata, sodio y potasio en la cuantificación de la muestra 2 (tabla 3) puede explicarse por la formación de amalgamas del mercurio con dichos metales.

Se supone que la parte interna de las máscaras habrían sido untadas con polvo de cinabrio. Posteriormente serían colocadas en la cara tallada de la estatuilla. Ello está de acuerdo con los resultados obtenidos en las muestras 2 y 4, donde las concentraciones de mercurio y azufre son importantes. Las muestras 7 y 8 son pigmentos (básicamente, cinabrio también).

El cinabrio ha sido utilizado en los Andes Centrales, por lo menos, desde el periodo Inicial (1800 años a.C.) hasta el Horizonte Tardío, que termina con la invasión española en 1532. Diversas sociedades andinas lo utilizaron como pigmento para la cerámica y el arte mural. Asimismo, como cosmético para la elite, como pintura corpórea de los guerreros, y para ceremonias rituales de sacrificios. Pero, sobre todo, fue usado en contextos funerarios, como pigmento aplicado en objetos de metal o que contienen metal. Entre ellos se encuentran

máscaras funerarias, principalmente. Asimismo, cubriendo diversas partes del cuerpo de los difuntos, especialmente el rostro (Ramos, 2004; Brooks et al, 2008; Cooke et al, 2013). Todo ello sugiere, además, que los chimúes asignaban un posible poder protector, conservante, místico y sobrenatural al cinabrio.

Los mochicas del valle de Moche, que fueron los antepasados directos de los chimúes, utilizaron también el cinabrio. Así, se ha encontrado dicho material en algunos contextos arquitectónicos rituales en las Huacas del Sol y de la Luna. Pero, sobre todo, se ha utilizado en los contextos funerarios. Ello incluye osamentas (especialmente, el cráneo), ataúdes y envoltorios de los difuntos. Asimismo, en ofrendas mortuorias (de cerámica y de metal), y en los mates que conformaban parte de las mismas. No obstante, el uso del cinabrio no era rutinario (Gayoso y Uceda, 2015). Los datos arqueológicos disponibles indican claramente que el uso del cinabrio estaba asociado con cierto grado elevado de privilegio y condición social. Por ejemplo, algunas partes del cuerpo momificado de la Señora de Cao estaban untadas con cinabrio, probablemente para incrementar su preservación (Franco, 2016).

Por todo esto, se ha asignado al cinabrio un rol dual en el contexto mortuorio. Ello es debido a su relevancia como: i) conservante, debido a su toxicidad; y ii) elemento que simboliza la sangre, por su color (Brooks et al, 2008). El acceso al cinabrio debió ser probablemente restringido y controlado por las elites. Ello debió ser así, no solamente por su relevancia práctica, mitológica y ritual, sino también por lo complejo de su obtención. De hecho, su extracción se realizaba muy lejos. Así, la zona minera más grande y conocida es la de Huancavelica, en la sierra centro-sur. También se ha propuesto la posibilidad de un aprovisionamiento desde otras zonas, aún más lejanas, como Chonta en Huánuco, e incluso Ecuador o Bolivia (Brooks et al, 2008; Cooke et al, 2013).

El cinabrio fue usado también como pigmento mural en la huaca Takaynamo, de época Chimú (Brooks et al, 2008). Asimismo, en los rostros de algunas estatuillas de madera de entre 30 y 40 cm, recuperadas en la misma huaca y en la huaca El Dragón. Esta última es también conocida como huaca Arco Iris (Jackson, 2004). Estatuillas de madera similares fueron también halladas en asociación con contextos de entierros en el complejo funerario excavado en sector norte del conjunto amurallado Chayhuac An, de Chan Chan (Cueva, 2018). Al igual que en Utzh An, las estatuillas de Chayhuac presentan el rostro cubierto de cinabrio. Además, en dos casos, portaban máscaras de las mismas características que las encontradas en Utzh An. Curiosamente, en Utzh An, se han encontrado terrones de cinabrio en platos de mate, dentro de una tumba múltiple de tipo fosa. Su cerámica corresponde estilísticamente a la fase Chimú tardío, descubierta en el ambiente contiguo al de los nichos con las estatuillas de madera (Gayoso, 2019). Estatuillas similares, con pintura de cinabrio en el rostro, fueron registradas también en una excavación en la plaza 2a de huaca de la Luna. Fue realizada por Henry Chávarri y Jermi Mejía, en la temporada 2010 (comunicación personal).

Si bien no es posible asignar un nombre propio a las estatuillas de madera, es clara su importancia ideológica. Se trata de seres antropomorfos, humanos o divinidades. Tendrían el poder y la capacidad de decidir sobre la vida humana, en las creencias de la cultura chimú. Este significado debió ser claro para los que ingresaban en Utzh An. Debían conocer perfectamente los códigos contenidos en estos contextos. Ello debió incluir el conjunto de elementos que configuraban la identidad de los personajes representados en las estatuillas. El efecto emocional de recorrer un corredor, flanqueado por veinte seres sacrificadores, debió ser impactante y atemorizante. Quizá, ese era el rol de las estatuillas. Sea como fuere, el misterio persiste sobre la intención de los diseñadores del fascinante discurso arquitectónico contenido en Utzh An, hace más de siete siglos.

Agradecimientos. Las investigaciones realizadas en el sector norte del Conjunto Amurallado Utzh An (ex Gran Chimú) fueron realizadas por el Proyecto Especial Complejo Arqueológico Chan Chan del Ministerio de Cultura, financiadas a través del Proyecto de Inversión Pública “Restauración de los muros perimetrales del conjunto amurallado Utzh An (ex Gran Chimú)”. Se agradece la revisión de este manuscrito al Dr. Gabriel Dorado (Universidad de Córdoba, España)

Referencias bibliográficas

- Beckhoff B, Kanngießner B, Langhoff N, Wedell R, Wolff H (2006): Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis, Springer, 2006, ISBN 3-540-28603-9.
- Brooks WE, Piminchumo V, Suárez H, Jackson JC, McGeehin JP (2008): Mural pigments at Huaca Tacaynamo (Chan Chan, Peru). *Bulletin de l'Institut Français d'études andines* 37(3): 441-445.
- Buhrke VE, Jenkins R, Smith DK (1998): *A Practical Guide for the Preparation of Specimens for XRF and XRD Analysis*. J. Wiley & Sons.
- Cooke CA, Hintelmann H, Ague JJ, Burger R, Biester H, Sachs JP, Engstrom DR (2013): Use and Legacy of Mercury in the Andes. *Environmental Science & Technology* 47: 4181-4188.
- Cueva S (2018): Excavaciones en el Conjunto Amurallado Chayhuac An, sector norte. En: *Programa de investigación arqueológica, conservación y puesta en valor del Complejo Arqueológico Chan Chan. Informe Anual 2017*. Pecach, Trujillo: 231-376.
- Díaz C (2016): Cuerpo vegetal y violencia fecundadora en las fuentes coloniales andinas. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 21(2): 153-169.

- Esau K (1985): Anatomía de las plantas con semilla. Ed. Hemisferio Sur Bs. As. P. 46-184.
- Fernández M, Rodríguez E (2007): *Etnobotánica del Perú Pre-Hispano*. Primera Edición Ediciones Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2007.
- Forgey K, Williams SR (2003): Cabezas trofeo nasca: evidencias osteológicas y arqueológicas de la colección Kroeber. *Revista Andina* 6: 237-261.
- Franco R (2016): 25 años de investigaciones arqueológicas 59 y gestión del patrimonio en el Complejo El Brujo, costa norte del Perú. *Actas del I Congreso Nacional de Arqueología*. Volumen I. Ministerio de Cultura, Lima: 59-72.
- Franco R, Gálvez C, Vásquez S (2001): La Huaca Cao Viejo en el complejo El Brujo: una contribución al estudio de los mochicas en el valle de Chicama. *Arqueológicas* 25: 123-171.
- Gayoso H (2019): Excavaciones en el Conjunto Amurallado Uzh An. En: Programa de investigación arqueológica, conservación y puesta en valor del Complejo Arqueológico Chan Chan. Informe Anual 2018, editado por N. Gamarra. Pecach, Trujillo: 445–534.
- Gayoso H, Uceda S (2015): When the Dead Speak in Moche. Funerary Customs in an Architectural Complex Associated with Huaca Del Sol and Huaca de la Luna. En *Funerary Practices and Models in the Ancient Andes. The Return of the Living Dead*, editado por Peter Eeckhout y Lawrence S, Owens. Cambridge University Press: 87-116.
- Jackson M (2004): The Chimú Sculptures of Huacas Tacaynamo and El Dragon, Moche Valley, Perú. *Latin American Antiquity* 15(3): 298-322.
- Jenkins R, De Vries JL (1973): *Practical X-ray Spectrometry*, Springer-Verlag, 1973, ISBN 0-387-91029-8.
- Pozzi-Escot D, Pacheco G, Uceda CR (2013): *Pachacamac: Templo Pintado. Conservación e Investigación*. Ministerio de Cultura, Lima.
- Ramos M (2004): El cinabrio en los Andes Centrales. Alcances para entender su contexto. *Revista de Investigaciones del CEAR* 6: 157-182.
- Tung T, Cabrera M, Ochatoma J (2007): Cabezas trofeo Wari. Rituales del cuerpo en el recinto ceremonial "D" de Conchopata. *Revista Investigación* 15(2): 216-227.

Ugent D, Ochoa C (2006): La Etnobotánica del Perú. Desde la Prehistoria al presente. Primera Edición. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología. 380 pp.

Van Grieken RE, Markowicz AA (2002): *Handbook of X-Ray Spectrometry*, 2nd ed.; Marcel Dekker Inc: New York, 2002; Vol.29.



La escultura singular de un pez en un sitio del Epiclásico mesoamericano (Xochicalco, Morelos, México)

Claudia I. Alvarado León y Eduardo Corona-M.

Instituto Nacional de Antropología e Historia. Centro INAH Morelos, Matamoros 14, Col. Acapantzingo. Cuernavaca, Morelos, 62440, México. Correo electrónico: cialvarado@yahoo.com

Resumen

En una revisión de los archivos fotográficos del sitio arqueológico de Xochicalco (Morelos, México) se encontraron imágenes de las primeras décadas del siglo XX, entre ellas se identificó una escultura de gran formato que representa un pez. Es importante destacar que ésta es una de las escasas evidencias de vertebrados acuáticos identificados en esta localidad del Epiclásico (660 - 1175 n.e.) y, muy posiblemente, de los sitios continentales y contemporáneos en Mesoamérica. El mundo acuático jugó un papel clave en el imaginario de Xochicalco como lo muestra la gran cantidad de elementos animales registrados, tanto en restos como en representaciones, donde también hay esculturas de gran formato, como son moluscos de distintos géneros y estrellas de mar, por lo que la representación del pez debió formar parte de esta asociación. En este artículo se discute la posible identificación biológica de esta escultura, así como la importancia de su registro desde la perspectiva arqueozoológica, ya que a pesar de las diversas exploraciones arqueológicas que se han efectuado desde inicio del siglo XX y hasta la fecha, esta escultura ha pasado inadvertida y en la actualidad se considera extraviada en los registros arqueológicos vigentes.

Palabras Clave: pez, Xochicalco, Epiclásico, Mesoamérica, fauna

Abstract

Looking through the photographic archives from the archaeological site of Xochicalco (Morelos, Mexico), we found some images from the mid-20th century in which we were able to identify the representation of a fish on a sculpture of great size. It should be noted that this one of the scarce evidences of aquatic vertebrates known on this site from this Epiclassic locality (660 - 1175 CE.) and most probably, in contemporaneous continental sites of Mesoamerica. The aquatic world played a key role in the Xochicalco imagery as it is shown by the numerous animals remains and representations that had been found. Among those are some mollusks and starfish, therefore we assume that the fish must be part of that association. In this article, we discuss the possible biological identification of the sculpture, as its relevance from an archeozoological perspective. Even though archaeological excavations began in the early years of the 20th century, the fish sculpture went unnoticed and nowadays it still missing.

Keywords: fish, Xochicalco, Epiclassic, Mesoamerica, fauna

Introducción

Uno de los componentes en el estudio de las interacciones humano-fauna es el de las representaciones artísticas de los animales, mismas que puede adquirir diversos formatos, en dos o tres dimensiones, y ser elementos estilizados o realistas (por ejemplo: O'Connor, 2000; Casado y Mirambell, 2006; Corona-M. y Arroyo-Cabral, 2007; Corona-M., 2014). Dichos aspectos influyen en la identificación e interpretación del mensaje o el valor que la cultura que los produjo pretendió dar o asignar. Estas representaciones, en la perspectiva arqueozoológica, pueden ser un elemento complementario de los datos que proveen los restos animales recuperados en las investigaciones arqueológicas.

Para Mesoamérica se han efectuado algunas aproximaciones para identificar y analizar las diversas representaciones animales, sean vertebrados o invertebrados (por ejemplo: Herrera, 1924; Hoffman, 1931; Martín del Campo, 1979; Beutelspacher, 1999, entre otros), mientras que algunas otras se han enfocado en los atributos simbólicos generales (Tozzer y Allen, 1910; Seler, 2004). Lo cierto es que muchos de estos trabajos se han efectuado sin un proceso de sistematización y contrastación de hipótesis, por lo que es importante destacar el surgimiento de una tendencia cuya propuesta sea la de obtener una mayor rigurosidad en la identificación que trascienda la mera sospecha de parecido con algún ejemplar biológico (Knight, 2012, 2013; Sánchez-Herrera et al, 2019), aunque este tipo de investigaciones todavía no alcancen una generalidad deseable.

Estos elementos nos han servido de referencia para abordar el estudio de una escultura inédita del sitio de Xochicalco, Morelos, que representa un pez. Su hallazgo nos ha dado motivo para elaborar algunas reflexiones sobre los alcances de la identificación biológica de estas representaciones, así como de su interpretación contextual y cultural, en el marco de la preservación del patrimonio arqueológico mesoamericano.

Xochicalco, una localidad emblemática del Epiclásico mesoamericano.

Xochicalco es uno de los sitios más emblemáticos de Mesoamérica con una larga trayectoria de exploraciones iniciadas desde el siglo XVIII (Alvarado, 2018). En este apartado se presenta un recuento de la importancia del sitio y de las exploraciones arqueológicas sistemáticas que se realizaron desde los inicios del siglo XX, con la finalidad de contextualizar el registro del pez expuesto en este trabajo.

El sitio arqueológico de Xochicalco está ubicado en la zona centro occidental del actual estado de Morelos, 38 km al sur de Cuernavaca, en la frontera de las dos grandes regiones biogeográficas americanas: la néartica y la neotropical (Corona-M., 2008a). La región en la que se localiza se caracteriza por la presencia de pequeños valles acotados por serranías y lomeríos de entre 1,100 y 1,400 msnm (figura 1). Paralelamente, de norte a sur, corren barrancas y ríos pertenecientes a la cuenca del río Grande Amacuzac; al norte y occidente, el valle está delimitado por una serie de montañas bajas mientras que, al sur, la zona presenta colinas altas y bajas que forman un terreno muy accidentado (Hirth y Cyphers, 1988).

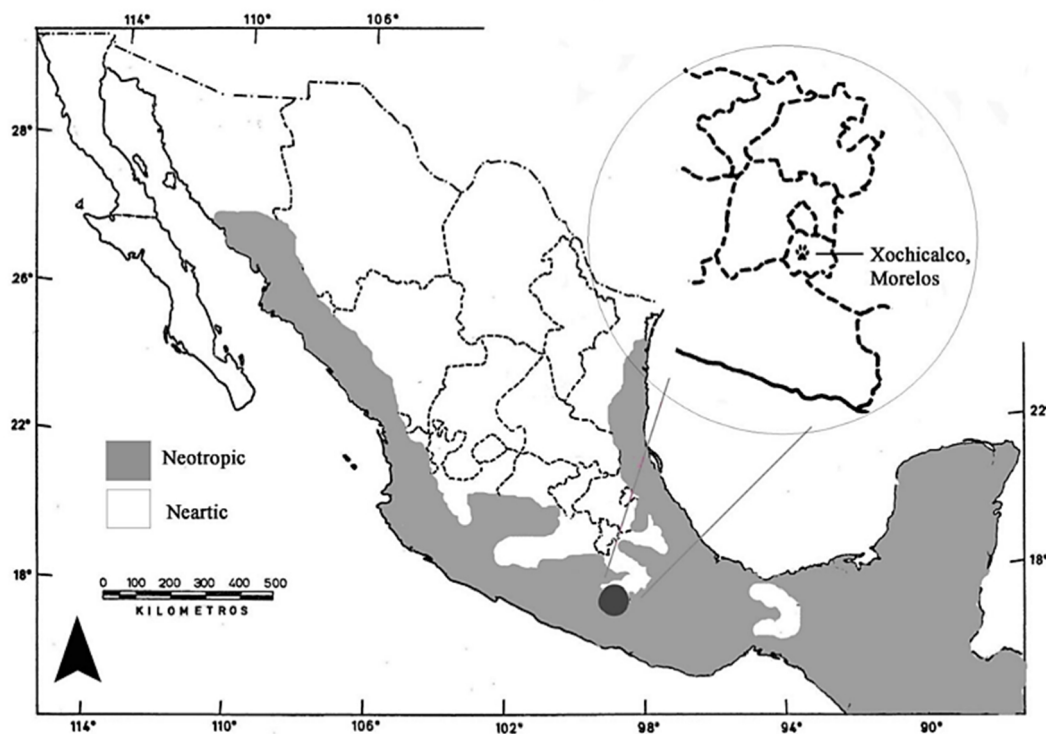


Figura 1. Ubicación de Xochicalco.

Desde una visión geográfica más amplia, la relativa cercanía de Xochicalco a las costas del Pacífico y el interés por los productos endémicos de aquella zona permitieron la conservación de las rutas por las que fluían tanto bienes terrestres y marinos, como información, ideas y conceptos desde el 1000 a.n.e. (Alvarado, 2015). Entre las rutas reconocidas que comunicaban las costas del Pacífico con el Altiplano Central se encuentran la de Amacuzac-Río Azul-Omitlán (Niederberger, 2002) y la de la cuenca del río Balsas (Alvarado, 2015).

Xochicalco se estableció alrededor del año 660 n.e., una vez que el poder y dominio de la gran urbe teotihuacana habían decaído (González et al, 2008). Este hecho condujo a un reordenamiento poblacional a nivel panmesoamericano manifiesto, entre otros aspectos, con la aparición de nuevos sitios bajo distintos patrones de asentamiento (Alvarado, 2015:172-173; Manzanilla, 2005). Así, los fundadores eligieron una elevación de 120 m sobre el nivel del valle que le circunda, la cual, además de ofrecer una defensa natural en respuesta al momento de desestabilización de la época, permitió un ordenamiento jerarquizado de los entornos en conformidad con los intereses particulares de la clase hegemónica. De tal forma que, la parte baja del cerro estuvo ocupada por áreas habitacionales de grupos sociales pertenecientes a los niveles intermedios de la escala social mientras que, en la parte alta se ubicaron los entornos vinculados a las actividades estrechamente ligadas con el grupo en el poder.

Ahora bien, bajo una perspectiva historiográfica, se ha de apuntar que desde las publicaciones más tempranas en las que se hizo referencia a Xochicalco llamó la atención de viajeros, investigadores, coleccionistas y otros, la presencia del monumento más destacado del sitio, la Pirámide de las Serpientes Emplumadas (Alvarado, 2018). De ahí que la primera intervención arqueológica realizada en el lugar se haya centrado en la “reparación” de dicho edificio (Batres, 1912). Derivado de estas labores de restauración, muchos de los bloques de piedra basáltica que alguna vez formaron parte de la estructura no pudieron incorporarse a su lugar original y fueron colocados en el costado sur del monumento (figuras 2 y 3). A este grupo de piedras esculpidas se le irían añadiendo cada vez más, al paso de los años y las exploraciones.

Las investigaciones arqueológicas en el sitio comenzaron formal y sistemáticamente con los trabajos dirigidos por Eduardo Noguera efectuados entre 1934 y hasta 1960 (Noguera, 1945). Durante las 10 temporadas discontinuas realizadas en ese lapso, se exploraron varias estructuras del sitio, se llevaron a cabo pozos de sondeo y calas que cortaban terrazas, edificios, templos y otros entornos, con la finalidad de obtener material cerámico que le permitiera generar una propuesta cronológica del asentamiento.

En 1935, a un colaborador de Noguera se le encargó limpiar la plaza en la que se localiza la Pirámide de las Serpientes Emplumadas para reconocer el área y delimitarla (Salas, 1935). Durante la limpieza, el autor pudo definir de manera general la conformación de los edificios que rodeaban aquel monumento y que, décadas después, serían excavadas por Norberto González y colaboradores (1993-1994).

Después de 1935, los trabajos de exploración en Xochicalco se suspendieron y no fue sino hasta 1941 que éstos se reanudaron bajo la misma dirección de Noguera.

Materiales y Métodos

Al revisar imágenes históricas de Xochicalco depositadas en la Fototeca Nacional del INAH, se hallaron cinco fotografías que se asocian al amontonamiento de bloques basálticos y relieves localizados junto a la Pirámide de las Serpientes Emplumada, en tres de ellas se destaca claramente un pez esculpido en piedra (figura 3). A la imagen se le atribuye una fecha alrededor de 1930, sin embargo, por los datos de los informes de Noguera y Salas, antes referidos, los autores consideramos que la imagen es posterior a 1934 y se puede confirmar que en el trabajo de Salas (1935, fotografía 18), se alcanza a distinguir una figura que asociamos al pez.

La escultura, medida digitalmente y comparada con materiales de referencia ubicados actualmente en el sitio, tiene una longitud cercana a los 1.10 m. Una fractura ubicada entre las branquias y la aleta pectoral corre a lo ancho de la pieza (figura 4).

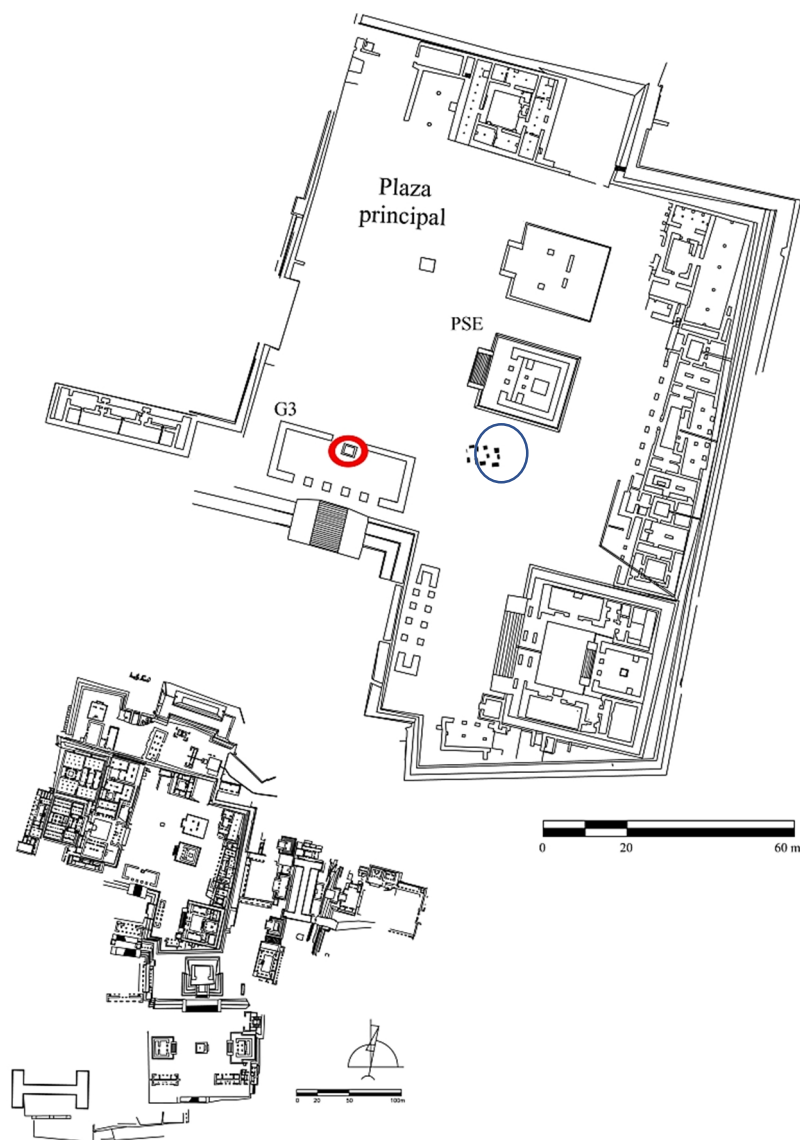


Figura 2. Plano de Xochicalco. Se destaca la Plaza Principal, Pirámide de las Serpientes Emplumadas (PSE), el pórtico del Altar de las Olas (círculo rojo) y el área de acumulación de las piedras, a un lado de PSE (círculo azul) (Modificado de Alvarado 2018).

Entre las características morfológicas de la escultura destacan las escamas redondeadas de gran tamaño que van desde las branquias hasta la parte distal. En la parte de la cabeza se encuentran las aperturas branquiales formadas por líneas verticales en bajorrelieve, así como el ojo circular bajo una línea que aparenta una ceja. Junto al hocico, que parece estar abierto, hay líneas curvas que asemejan unas barbillas. En el extremo distal se encuentra la aleta caudal de aparente forma redondeada que está representada con líneas horizontales, también, en bajorrelieve. No se observan otras aletas, como la dorsal, ventral y anal, cuyo tamaño y rasgos pueden ser característicos de ciertos grupos. Desconocemos si esta ausencia se debe a la fractura y pérdida de partes o si la intención era representar al pez de esta manera. En la parte inferior de la escultura, entre la aleta dorsal y la caudal, se observa una protuberancia que, al parecer, es parte del soporte o de la superficie sobre la que fue esculpida la

figura. El tamaño de la escultura, como estos posibles puntos de adosamiento, permiten suponer que fue un elemento arquitectónico decorativo de alta visibilidad, aunque no puede determinarse el emplazamiento.

Se procesó su identificación mediante el uso de guías de peces americanos marinos y continentales (Wheeler y Jones, 1989; Williams y Gilbert, 2002; Rush, 2009; Froese y Pauly, 2019), además de que se consultó la opinión de dos ictiólogos profesionales.



Figura 3. Fragmentos de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas, Xochicalco. Fotos tomadas ca. 1930. © 301380 y 301408, Secretaría de Cultura, INAH, Sinafo, FN, México. (Imágenes acopladas por Claudia Alvarado)



Figura 4. Representación de un pez procedente de Xochicalco, Morelos. Foto tomada ca. 1930 © 301351, Secretaría de Cultura, INAH, Sinafo, FN, México.

Resultados y Discusión

Aproximaciones a una identidad.

Se ha mencionado frecuentemente que una correcta identificación biológica es central para una adecuada interpretación, en tanto que la primera es considerada la llave de acceso a la información de la especie (Polaco, 1991; Corona M. y Arroyo Cabrales, 2007). Sin embargo, en el caso de representaciones pictográficas este proceso puede estar afectado por variables

que intervienen e influyen en la identificación, entre ellas: el material en que están elaborados, el tamaño, la intencionalidad de una representación naturalista o no, la habilidad del artista o productor, el mensaje que se quiere transmitir, entre varios otros.

Así, se exploró la posibilidad de que el pez esculpido fuese un bagre, tanto por la presencia de las barbillas, elemento muy característico de este género de peces dulceacuícolas, como por la cercanía de la localidad con los afluentes del Río Balsas, uno de los hábitats de este género. Al respecto, es importante señalar la identificación de algunos restos de bagre local (*Ictalurus balsanus*) en el área habitacional de Xochicalco (Polaco y Soto, 1993; Corona-M., 2008a). Sin embargo, ni esta especie, ni algún miembro relativo al género o la familia que se distribuye ampliamente en México tienen similitud con nuestro objeto de estudio, ya que aquellos poseen una piel desnuda, es decir, sin escamas, tienen una aleta lateral de tamaño menor en proporción al cuerpo representado en la escultura y su aleta caudal es ahorquillada o furcada (figura 5) (Rush, 2009).



Figura 5. *Ictalurus balsanus*. Foto de Eloísa Torres Hernández/CoNABio

Asimismo, cabe destacar cierto parecido de la escultura con los bagres norteamericanos del género *Ameiurus*, conocidos como pez gato. La semejanza entre ambos se encuentra en el tipo de cola y los bigotes, pero la presencia de escamas en la escultura marca la diferencia. Se comparó también con los bagres marinos (Familia Ariidae) y con los matalotes (Familia Catostomidae), encontrando sólo rasgos parciales de similitud (ver Rush, 2009), pero nada definitivo. Para ampliar nuestra perspectiva se procedió a consultar, por separado, a dos ictiólogos, uno mexicano y otro extranjero, con conocimiento de las especies americanas. Si bien presentaron algunas opciones de identificación a nivel de familia y género, ambos coincidieron en la dificultad de establecer un dictamen con base en las fotos y a la ausencia de rasgos diagnósticos importantes.

Es decir, hubo coincidencia general entre los investigadores que tuvimos acceso a estas fotografías en el hecho de que se pueden evidenciar ciertas características del ejemplar, pero la falta de acceso directo a la escultura para reconocer mejor su estado y determinar, en lo posible, si la ausencia de partes es debido al deterioro o la intencionalidad de los creadores, dificultan emitir un dictamen certero sobre la identificación.

Todos estos elementos configuran lo que Umberto Eco (1992) denomina la semiosis, es decir, la interacción entre un signo, su objeto y su interpretante. En tanto que estos tres elementos están unidos, esta influencia tri-relativa no puede resolverse por medio de interpretación de alguna de las posibles parejas de este conjunto. Con lo cual, señala el mismo autor, se establecen las condiciones y los límites de la interpretación de un objeto y su signo. Desde esta perspectiva, tenemos que considerar dos aspectos que nos parecen sustanciales y relevantes de esta escultura de pez. Por un lado, las representaciones de peces en Mesoamérica son escasas, por lo general se encuentran en formato pequeño y no atienden características naturalistas que permitan su identificación. El otro aspecto es que la escultura se inserta y forma parte del mundo acuático representado en Xochicalco, una ciudad mesoamericana totalmente continental que sólo pudo conocer y tener acceso a este tipo de recursos mediante las rutas comerciales, lo que les permitió construir un imaginario que se expresó en diversas partes de la ciudad. A continuación, pasaremos a abordar estos aspectos.

Imágenes de peces en Mesoamérica

En general, hay pocas representaciones de peces en el arte mesoamericano. De acuerdo con Seler (2004:288), los peces no jugaron un papel importante en las imágenes. Las primeras manifestaciones de ictiofauna en Mesoamérica aparecen entre el 1400 y el 1000 a.n.e, en la Costa del Golfo. Aunque hay divergencias en las interpretaciones de lo que está representado en el Monumento 58 de San Lorenzo, en general se refieren a éste como una criatura que combina rasgos de pez, felino y humano (Cyphers, 2004:123-124; ver Arnold, 2005:4).

En el centro de México, en sitios tempranos como Tlapacoya (1000 – 600 a.n.e) y Tlatilco (1200 – 600 a.n.e.) se han registrado piezas cerámicas con diseños y en forma de peces (figura 6).

Para el Clásico, los murales de Teotihuacan muestran representaciones de peces que, por la ambivalencia de la figura, han sido considerados aves-pez (Fuente, 1995:98; cf. Angulo, 1996:78). Éstos aparecen en compañía de reptiles y felinos en los murales de los Animales Mitológicos, así como entre la corriente acuática del mural de Tepantitla.



Figura 6. Vasija zoomorfa procedente de Tlatilco y plato de Tlapacoya. Archivo Digital de las Colecciones del Museo Nacional de Antropología. INAH-Canon.

En el Clásico Tardío o Epiclásico las representaciones de ictiofauna son también escasas. En los murales de Cacaxtla aparece un pez en las cenefas de los murales este y oeste del Templo Rojo y en la pilastra norte del Templo de Venus. La especie ha sido identificada como un *Percomorpho dormitator* de la familia Eleotridae (Navarrijo, 2013: 447).

Hacia el sur, la mayoría de las imágenes de peces que se registran en el área maya proceden de los códices, aunque también hay esculpidos en piedra como en la Estela C y en los altares O y T de Copán (v. Seler, 2004:295, 298), además del Palacio de Palenque. Alfred Tozzer y Glover Allen (1910:307) presentaron algunas de las especies identificadas por las características exhibidas, como el atún o el tiburón, lo que nos indica que tampoco hay muchos elementos diagnósticos para una identificación. De acuerdo con los autores, la mayoría de las representaciones de peces en los códices está vinculada a los sacrificios, mientras que los grabados en piedra aparecen alimentándose de plantas acuáticas.

Para los aztecas, los peces simbolizaban agua y fertilidad, asociándose a los dioses Chalchiuhtlicue, Cipactli, Mayahuel, Quetzalcoatl, Xochipilli y Xochiquetzal (Confalonieri, 2009:35; v. Seler, 2004:289). Los restos de ictiofauna identificados en las ofrendas de Templo Mayor (Guzmán y Polaco, 2000; López et al, 2014), pertenecen en su totalidad a especies marinas y llama la atención que no existan especies de agua dulce. Pero nuevamente, las representaciones pictográficas cuentan con una identificación general de pez.

La representación del medio acuático en Xochicalco.

Hasta ahora, después de décadas de exploraciones arqueológicas, esta es la primera vez que se reporta en el asentamiento la representación de un pez en gran formato. Es bien conocido que los elementos asociados a ambientes acuáticos con mayor representación, tanto en escultura de cerámica y piedra como en arquitectura, son los moluscos y las asteroideas. Esta es una síntesis de ello:

Silvia Garza y Claudia Alvarado (1993-1994:27) reportaron grandes silbatos de cerámica en forma de caracoles que fueron identificados como *Strombus gigas* (figura 7); además, se registraron almenas en forma de caracol cortado sin identificar (Garza et al, 2006:49). Representaciones de moluscos seccionados transversalmente también se reconocen en la cornisa del basamento de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas y sobre el cuerpo de las serpientes de los taludes (figura 8).

Con relación a lo anterior, se ha de mencionar la presencia de artefactos malacológicos analizados por Emiliano Melgar (2007, 2009 y 2011). Los resultados le permitieron determinar que un porcentaje elevado de los materiales estudiados correspondían a las provincias Panámica y Caribeña (75%), mientras que una muestra menor provenía de fuentes dulceacuícolas (18%), principalmente de los ríos Amacuzac y Balsas.

Otros artefactos que muestran animales asociados al agua son dos tecomates en forma de tepocates (Garza y González, 2006:138, Figura 17; Garza y Alvarado, 1993-1994) y dos remates de desagüe en forma de anfibios (Garza, 1993-1994:116 Figura 2.25).

Por otro lado, Óscar Polaco y Heriberto Soto (1993) analizaron los restos arqueozoológicos recuperados en el área habitacional del asentamiento (González et al., 1995). Entre los materiales identificados se encuentran los restos de un bagre de agua dulce (*Ictalurus balsanus*), así como dos especies de pato (*Anas clypeata* y *Podiceps caspicus*) y una nutria de agua dulce (*Lutra longicaudis*), todos ellos asociados a contextos de vida cotidiana. En tanto que, la única evidencia de arqueofauna vinculada a ambientes acuáticos hallada en ofrendas de la parte central del asentamiento, son unos cráneos y dientes de cocodrilo (*Crocodylus acutus*) (Corona-M., 1993-1994). Se destaca también, en contraparte, que el análisis de las 286 losas labradas que se descubrieron en la denominada Rampa de los Animales de Xochicalco no contiene animales acuáticos (Corona-M., 2014).

También, el descubrimiento de una banca rectangular, de 3.2 m por 2.8 m, dentro del pórtico que da acceso a la Plaza Principal por el sur (figura 2), reveló que en uno de sus costados se conservaba la representación pictórica de unas olas. La banca, que puede verse en el Museo de Sitio de Xochicalco, tiene una decoración que consiste en ocho bandas horizontales y onduladas en dos tonalidades de azul, y una de color verde, delimitadas por una línea delgada de color rojo; en conjunto, la decoración aparenta el movimiento del agua en la superficie, incluso, González y colaboradores (1993-1994:179) lo describen como un “mar picado”.

Se debe destacar que en Xochicalco se documenta una práctica de esculturas animales de gran formato. Entre ellas se han preservado e identificado felinos, en su mayoría pumas (Corona-M. y Vargas Rivera, 2015); moluscos en los que se reconocen ejemplares de los géneros *Strombus* (figura 7), *Bursa* y *Columbella* (Corona-M., 2008b); así como estrellas de mar halladas tanto en elementos arquitectónicos, como en esculturas modeladas en arcilla. En una revisión inicial, estos ejemplares fueron identificados como del género *Astropecten* (Corona-M., 2008b) (figura 9), de amplia distribución, que también se ha identificado en restos arqueozoológicos procedentes de las ofrendas del Templo Mayor (López et al, 2014). Cabe destacar que estas esculturas son únicas en cuanto a su tamaño y que su preservación facilitó el proceso de identificación. En un futuro sería interesante abordar los procesos de producción y simbolismo de este tipo de representaciones.

Derivado de los datos empíricos recuperados en la parte elevada del asentamiento, área ocupada por la clase hegemónica, se puede apuntar a la destacada presencia de objetos de carácter ornamental con manifestaciones de animales acuáticos. De ahí que, la exhibición frecuente de fauna, como los caracoles, las conchas, las estrellas de mar, los anfibios, el agua y el pez, en estructuras, elementos arquitectónicos, esculturas y ofrendas, conforman un conjunto de elementos que nos llevan a inferir el elevado valor que tuvieron estas representaciones para la legitimación del poder de esa clase gobernante. Nielsen y colaboradores (en prensa) señalan que la iconografía y las esculturas de Xochicalco, con énfasis en la serpiente emplumada e imágenes acuáticas, buscó enfatizar el vínculo del área central del asentamiento con aspectos referentes a la fertilidad y al agua, relación que dio sustento y justificó la existencia de un sistema de gobierno dividido en clases.



Figura 7. Caracol (*Strombus* sp.) de piedra. (Fotografía de Claudia Alvarado).



Figura 8. Fachada suroeste de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas. Se observan los segmentos transversales de conchas (ver círculo) en el cuerpo de la serpiente y en la cornisa del basamento.



Figura 9. Ejemplares en arcilla y piedra de estrellas de mar (*Astropecten* sp.) (Fotografías Eduardo Corona-M y Claudia Alvarado L.).

La escultura de pez que se esfumó

Al descubrir las imágenes con la escultura de referencia se procedió a indagar en los informes y entre los responsables de proyectos y colecciones si existía algún dato relativo a la escultura sin que hasta ahora haya datos fiables sobre su destino o depósito.

En otra fotografía tomada en la misma área de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas, pero fechada hacia 1940, ya no se observa la escultura (figura 10). Para efectos de comparación se puede ver en la figura 3 que, a la izquierda del pez, se encuentra otro fragmento de escultura muy característica denominada *Techcatl* o piedra de sacrificio. Este objeto fue descrito por Antonio Peñafiel (1890:32), Eduard Seler (1991:85) e incluso fotografiada por Noguera (1934, Figura 22). Se trata de un tronco humano sin cabeza, con el tórax y el vientre abiertos, con las extremidades superiores pegadas a las costillas prominentes y sin las piernas, mismas que debieron estar ligeramente flexionadas (figura 11). Seler (1991:85) reportaría el hallazgo de esta pieza en la parte oeste de la plaza, justo al lado opuesto de la escalinata de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas. Esta misma pieza, mantiene su sitio en la figura 10 y, a su lado izquierdo, se encuentra el hueco de la escultura de pez. Cabe hacer notar que la fotografía de la figura 10 está tomada en el ángulo opuesto con respecto de la figura 3.

De todas las referencias sobre Xochicalco y, en particular de las elaboradas entre 1935 y 1940, ninguna menciona la escultura del pez. Al respecto, es interesante aludir a dos escritos de Noguera previos al comienzo de sus labores arqueológicas en el sitio. En 1922 el autor realizó el borrador del texto que sería publicado hasta 1934 bajo el título *Guía para visitar las principales ruinas arqueológicas del estado de Morelos*.

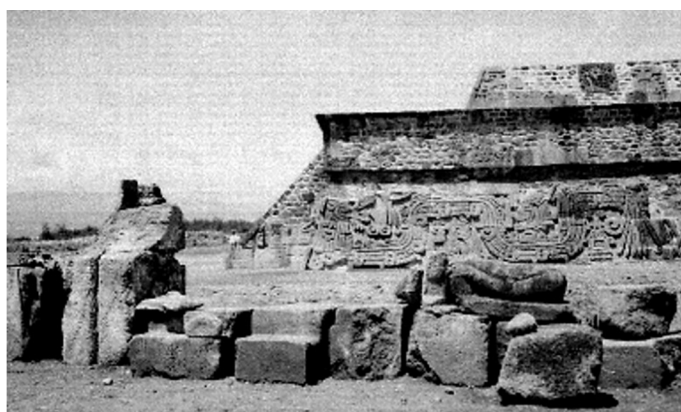


Figura 10. Agrupamiento de piedras en la que destaca el *Techcatl*. El pez ya no aparece Foto tomada ca. 1940 © 372378, Secretaría de Cultura, INAH, Sinafo, FN, México.



Figura 11. Techcatl (Peñafiel, 1890)

En ambos, Noguera ofrece descripción detallada de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas y se mencionan algunas esculturas aisladas pertenecientes a Xochicalco. Entre los objetos descritos se encuentra la piedra de sacrificio y no el pez. Puede ser que el pez no haya llamado su atención o bien, para esas fechas aún no había sido localizado.

Otra opción, es la que prefiguramos al inicio, que la escultura que nos ocupa haya sido recuperada durante los trabajos de limpieza y excavación en la Plaza Principal, efectuados por Salas (1935). Cual sea el caso, ninguno de los dos investigadores haría referencia al hallazgo y el único registro que quedaría del pez serían las fotografías que suponemos fueron parte del archivo de las excavaciones, ahora depositado en la Fototeca Nacional.

Posterior a estas fechas no hay ningún registro, de hecho, las labores realizadas desde 1984 por el proyecto Xochicalco, dirigidos por el Prof. Norberto González Crespo, no dieron cuenta o indicios de la existencia de dicha escultura o de su emplazamiento. Sin embargo, deben efectuarse investigaciones más detalladas para determinar el posible paradero de esta pieza.

Conclusiones

Las manifestaciones de animales en el arte mesoamericano son diversas y frecuentes desde las etapas más tempranas. Entre ellas predominan tanto los vertebrados, como los invertebrados, por ejemplo: insectos, moluscos, herpetofauna, aves y mamíferos. En este mismo sentido, los tres medios de desplazamiento de la fauna, el aéreo, el acuático y el terrestre, también son incluidos. Sin embargo, el grupo de los peces tiene una escasa representación en el registro mesoamericano y, cuando existe, es insuficiente el detalle naturalista, por lo que la mayoría de las veces no puede realizarse una identificación más detallada.

A la luz del planteamiento de la semiosis de Eco (1992), es necesario anotar que las limitaciones de interpretación se pueden deber a falta de detalles de las piezas o bien, a que nuestra capacidad de identificación está también a prueba, ya que todo dependerá de las diversas intenciones que existen tanto de

los creadores de la obra, como de las del interprete. En ocasiones, esto impide que la objetividad con que se describe una pieza sea suficiente para identificarla.

Siguiendo esta misma línea de ideas, hay que señalar que existen otros casos, en el mismo Xochicalco, en los que hay esculturas con posibilidades de ser identificadas plenamente y que, además, existen muchas representaciones de animales en diferentes formatos: esculturas en piedra y arcilla, grabados en lápidas, en almenas, en incensarios efigie, en pendientes de piedra verde, en cuentas y en distintas vasijas de cerámica. Entre los morfotipos representados hay insectos, moluscos, estrellas de mar, aves, herpetofauna y mamíferos, pero no peces. Por lo tanto, el redescubrimiento de la escultura mediante las fotografías del acervo histórico, con una antigüedad aproximada de 90 años, nos parece un aporte clave al corpus de las representaciones de animales no sólo de Xochicalco, sino de Mesoamérica, al ser ésta una pieza única en su género, en tanto que hasta la fecha no se ha reconocido una representación de las dimensiones y en el formato aquí expuesto.

Agradecimientos: Los autores queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento al personal de la Fototeca Nacional (INAH), quién de manera eficaz atendió nuestras solicitudes y extendió los permisos correspondientes para la publicación de las imágenes. En un sentido similar, al banco de imágenes de la Comisión Nacional de la Biodiversidad, que facilitó amablemente las imágenes del bagre y el permiso de publicación. También el apoyo prestado por los colegas Philippe Béarez (MNHN, París) y Joel Paulo Maya (Lab. Ictiología y Limnología, ENCB, IPN) por sus atinados comentarios. Esta investigación cuenta con el apoyo del proyecto #4998 del INAH.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado L. CI (2015): El espacio construido y los procesos de cambio en la Acrópolis de Xochicalco. *Cuicuilco*, 22(63):171–205.
- Alvarado L. CI (2018): Recuento de las contribuciones a la arqueología de Xochicalco. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Angulo J (1996): Teotihuacán. Aspectos de la cultura a través de su expresión pictórica. En: La Pintura Mural Prehispánica I, Teotihuacán Tomo II. Coordinado por Beatriz de la Fuente. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp: 65-186.
- Arnold PI (2005): The Shark-monster in Olmec Iconography. *Mesoamerican Voices*, 2:1–38.
- Batres L (1912): Las Ruinas de Xochicalco. En: XVII Congreso Internacional de Americanistas. México; Imprenta del Museo Nacional de Antropología y Etnología, pp: 406–410.
- Beutelspacher CR (1999): Las mariposas entre los antiguos mexicanos. México: Fondo de Cultura Económica.
- Casado MP, Mirambell L (coords.) (2006): Arte Rupestre en México. México: Consejo Nacional de la Cultura y las Artes - Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Confalonieri, B (2009): The use and significance of animals in Aztec rituals. Tesis de Maestría, Bournemouth University. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/258784495_The_use_and_significance_of_animals_in_Aztec_rituals [consultado 18 diciembre 2018].

- Corona-M, E (1993-1994): Informe de los análisis de restos faunísticos vertebrados. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Corona-M. E (2008a): Zoogeographical affinities and the use of vertebrates in Xochicalco (Morelos, Mexico). *Quaternary International* 180:145-151.
- Corona-M. E (2008b). Informe de esculturas zoomorfas. Archivo del proyecto 4998, México, Centro INAH Morelos.
- Corona-M. E (2014): Relieves con motivos zoomorfos en Xochicalco, Morelos. *Archaeobios* 8(1):17- 25.
- Corona-M. E, Arroyo-Cabrales J (2007): Human- faunal relationships a look from palaeoecology to taphonomy. En: Human and Faunal relationships reviewed: An Archaeozoological approach. Editado por Eduardo Corona-M. E y Joaquín Arroyo-Cabrales. Oxford: British Archaeological Reports International Series, Archaeopress, pp. 1-3.
- Corona-ME, Vargas Rivera, YN (2015): Los felinos en el Epiclásico mesoamericano. El caso de Xochicalco. Libro de resúmenes del IV Congreso Latinoamericano de Etnobiología y V Congreso Colombiano de Etnobiología. Popayan, Colombia, Sociedad Latinoamericana de Etnobiología.
- Cyphers, A (2004): Escultura olmeca de San Lorenzo Tenochtitlán. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Eco, U (1992): Los límites de la interpretación. Barcelona, Lumen.
- Froese, R, Pauly, D. (eds.) (2019): FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2019).
- Fuente, Beatriz de la (coord.) (1995): Zona 4. Animales Mitológicos. En: La Pintura Mural Prehispánica I, Teotihuacán Tomo 1. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 93-102.
- Garza S (1993-1994): Informe del análisis de lítica pulida. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Garza S, Alvarado CI (1993-1994): Informe del análisis cerámico. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Garza S, González N (2006): La cerámica de Xochicalco. En: La producción alfarera en el México antiguo III. Editado por Lorena Mirambell L. y Ángel García C. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 125-159.
- Garza S, González N, Alvarado CI, Melgar E, de Ángeles M, Albaitero JB, Velasco I (2006): Informe Proyecto Xochicalco, Acrópolis, 2006. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

- González N, Garza S, Alvarado CI, Melgar E, Palavicini B, de Ángeles M, Sánchez F, Albaitero JB (1993-1994): Informe trabajo de campo del Proyecto Especial Xochicalco 1993-1994. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- González N, Garza S, Palavicini B, Alvarado CI (2008): La Cronología de Xochicalco. *Arqueología* 37:122-139.
- González N, Garza S, de Vega H, Mayer P. y Canto G (1995): Archaeological investigations at Xochicalco, Morelos 1984-1986. *Ancient Mesoamerica* 6:223-236.
- Guzmán A. F, Polaco O (2000): Los peces arqueológicos de la Ofrenda 23 del Templo Mayor de Tenochtitlan. Colección Científica 418, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Herrera M (1924): Las representaciones zoomorfas en el arte antiguo mexicano. En: Clásicos de la Etnobiología. Editado por A. Argueta, E. Corona-M. y A. Moreno Fuentes. *Etnobiología* 10 (suplemento 1, 2012), pp:14- 27.
- Hirth K, Cyphers A (1988): Tiempo y Asentamiento en Xochicalco. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoffmann CC (1931): Las mariposas entre los antiguos mexicanos. En: Clásicos de la Etnobiología. Editado por A. Argueta, E. Corona-M. y A. Moreno Fuentes. *Etnobiología* 10 (suplemento 1, 2012), pp: 44-46.
- Knight VJ (2012): *Iconographic Method in New World Prehistory*. New York: Cambridge University Press.
- Knight VJ (2013): Style and Configuration in Prehistoric Iconography. En *The Art of Anthropology/The Anthropology of Art*. Editado por B. Lundy. Knoxville: Newfound Press, pp: 223–238.
- López L. L, Chávez X, Zuñiga-Arellano B, Aguirre A, Valentín N (2014): Entering the Underworld. Animal Offerings at the Foot of the Great Temple of Tenochtitlan. En: *Animals and Inequality in the Ancient World*. Editado por B. Arbuckle y S. A. McCarty. Boulder: University Press Colorado, pp: 33-61.
- Manzanilla L (editora) (2005): *Reacomodos demográficos del Clásico al Posclásico en el centro de México*. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martín del Campo R (1979): Herpetología Mexicana Antigua. I. Las serpientes y el hombre. *Anales del Instituto de Biología UNAM Serie Zoológica* 50(1):651-664.
- Melgar E (2007): Los materiales malacológicos de Xochicalco, Morelos. En: *Estudios sobre Malacología y Conquiliología en México*. Zapopan. Editado por E. Ríos, M. Esqueda y C. Galván. Universidad de Guadalajara, pp: 6-7.
- Melgar E (2009): La producción especializada de objetos de concha en Xochicalco. Tesis de Maestría inédita, Antropología, México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Melgar E (2011): Evidencias de producción de objetos de concha en Xochicalco *Estudios del Hombre* 29:153-176.

- Navarrijo ML (2013): Los elementos ornitológicos en el discurso pictórico. En: La pintura mural prehispánica en México V, Cacaxtla Tomo III. Coordinado por Ma. Teresa Uriarte y Fernanda Salazar. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México, pp: 441-477.
- Niederberger C (2002): Nácar, "jade" y cinabrio: Guerrero y las redes de intercambio en la Mesoamérica antigua (1 000-600 a. C.). En: El pasado arqueológico de Guerrero. Coordinado por C. Niederberger y Rosa M. Reyna. México: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos/Conaculta/Instituto Nacional de Antropología e Historia/Estado de Guerrero, pp: 175-223.
- Nielsen J, Alvarado CI, Helmke C (en prensa); The stuccoed and painted benches of Xochicalco, Morelos, Mexico. *Ancient Mesoamerica*,
- Noguera E, (1934): Ruinas Arqueológicas de Xochicalco, Morelos. En Guía para visitar las principales ruinas arqueológicas del estado de Morelos. México: SEP, pp. 33–75.
- Noguera E, (1945): Exploraciones en Xochicalco. *Cuadernos Americanos*. 19(1):119-157.
- O'Connor T (2000): The archaeology of animal bones. Gloucestershire: Sutton Publishing.
- Peñafiel A, (1890): Monumentos del arte mexicano antiguo, Tomo I. Berlín: A. Asher & Co.
- Polaco OJ (1991): La fauna en el Templo Mayor, una aproximación metodológica. En: La fauna en el Templo Mayor. Editado por Óscar Polaco. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, GV editores y Asociación de Amigos del Templo Mayor, pp: 15–31.
- Polaco O, Soto H (1993): Análisis de los restos de fauna del sitio arqueológico de Xochicalco, Morelos. México. Informe del Archivo Técnico de la Subdirección de Servicios Académicos. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Rush R (2009): Peces dulceacuícolas de México. México: CoNABiO-Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C.- El Colegio de la Frontera Sur- Desert Fishes Council.
- Salas B (1935): Informe de los trabajos de exploración llevados a cabo en la Zona Arqueológica de Xochicalco, por el C. Benalí Salas, del 25 de noviembre de 1934 al 15 de marzo de 1935. México: Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Sánchez-Herrera O, Navarro-Noriega L, Arroyo-Cabrales J, López-Wilchis R, Ortiz F, Gámez-Brunswick C., Alarcón-D. I (2019): Imágenes quiropteromorfas en materiales arqueológicos: Problemática y perspectivas de análisis. *Etnobiología*, 17(1):74-95.
- Seler E (1991): The Ruins of Xochicalco. En: Thompson JE y Richardson FB, editores. *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, vol. II. Lancaster, Labyrinthos. pp 70-93. [reeditado de *Gesammelte Abhandlungen zur Amerikanischen Sprach und Alterthumskunde*, 1904, pp. 128-167].

Seler E (2004): Las imágenes de animales en los manuscritos mexicanos y mayas. México: Casa Juan Pablos.

Tozzer A, Allen G (1910): Animal Figures in the Maya Codices. Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology. Cambridge: Harvard University.

Wheeler, A, Jones, AK (1989): Fishes, Cambridge: Cambridge University Press.

Williams, JD, Gilbert, CR (2002): National Audubon Society Field Guide to Fishes: North America, 2nd ed. New York: Knopf Publishing Group.



Reflexiones preliminares sobre la introducción de las practicas ganaderas europeas en una comunidad rural mesoamericana en la Nueva España

Karine Lefebvre¹ y Aurélie Manin²

¹ Investigador Asociado, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta, C.P. 58190 Morelia, Michoacán México, eMail: klefebvre@ciga.unam.mx, ² Investigadora postdoctoral, Department of Archaeology, University of Oxford. 1 South Parks Road, OX1 3TG, Oxford, Reino Unido. eMail: aurelie.manin@arch.ox.ac.uk

Resumen

Después de la conquista del centro de México, una de las primeras medidas tomadas por Cortés fue la introducción de productos y técnicas agrícolas y del ganado europeo. Estas nuevas producciones eran sobre todo destinadas a satisfacer las necesidades de los colonos europeos que no deseaban cambiar sus hábitos alimenticios por los de las poblaciones locales. Pero los indígenas no se quedaron fuera de las transformaciones del sistema agropecuario. Desde los años 1540, obtuvieron tierras destinadas a la cría de cabras y ovejas. Recién trabajos arqueológicos llevados a cabo en el sitio de Mich.415-Las Iglesias (Michoacán), ocupado de manera efímera durante el siglo XVI, permitieron descubrir una zona de basurero asociada a una vivienda de alto nivel social, que contiene 566 restos óseos animales. El estudio arqueozoológico demuestra la presencia de especies europeas (bovinos, ovejas/cabras) y locales (tortugas, pescados, patos). Así, se demuestra una difusión temprana de estos productos en las zonas rurales del Occidente de México y su impacto rápido en la dieta de las poblaciones indígenas.

Palabras claves: Pueblo de Indios, Conquista española, Dieta carne, Ganadería europea, Nueva España.

Abstract

One of Cortés's first measures following the conquest of Central Mexico was the introduction of agricultural products and techniques, as well as European livestock. This production was mostly directed toward European settlers who did not want to alter their dietary habits. However, rural indigenous populations were not left out of these transformations of agricultural system. As early as the 1540s, both indigenous elites and community members obtained lands from the Crown used to raise sheep and goats. Recent excavations on the site of Mich.415-Las Iglesias (Michoacán) open a window on an Indian village occupied shortly after the Conquest. Test pits uncovered a trash area associated with a wealthy habitation, containing 566 faunal remains. Zooarchaeological analysis indicates the presence of both European (cattle, sheep/goat) and local (mud turtle, fish, duck) animals. This demonstrates the early spread of these new products in rural areas of Western Mexico and their rapid impact on the diets of indigenous populations.

Keywords: Indian village, Spanish Conquest, Meat Diet, European Cattle, New Spain

Introducción

La conquista europea de América tuvo consecuencias culturales y ecológicas muy profundas (Crosby, 2003; Melville, 1997). Sin lugar a duda, uno de los principales factores fue la introducción de especies vegetales y animales procedentes del “viejo continente”. El ganado europeo fue importado de manera temprana en el Caribe, con el segundo viaje de Colón en 1493, representando una base para la fundación de La Isabela, primera ciudad europea del “nuevo mundo” (Deagan y Cruxent, 2002a: 134; Deagan y Cruxent 2002b: 336). Las evidencias arqueozoológicas indican que los animales se adaptaron rápidamente en algunas islas, en particular en Hispaniola y Puerto Real (Reitz, 1992). A partir de este primer punto de anclaje, estos “productos” fueron dispersados en los territorios americanos, siguiendo el paso de los conquistadores (e.g. deFrance, 1996; 2003).

De esta manera, inmediatamente después de la conquista militar de los antiguos reinos mesoamericanos, e incluso antes de la instauración de una administración novohispana formal, una de las primeras medidas que tomaron los españoles fue la importación de especies animales y vegetales de origen europea o mediterránea en los territorios recién sometidos. Los primeros animales destinados al consumo introducidos en el actual territorio de México fueron los puercos, que se transportan y se reproducen fácil y rápidamente; en 1521 ya estaban presentes en el actual estado de Michoacán (Alcalá, 2000: 660). En 1521 también, llegan los primeros becerros a México (Doolittle, 1987: 4; Sluyter, 2004: 18). Aunque no tenemos fechas precisas para la introducción de las cabras y ovejas, varios testimonios coinciden en una llegada en los años 1520-1521 (Crosby, 2003: 93).

La introducción temprana de estas especies tenía por objetivo abastecer a los colonos que no deseaban cambiar su dieta por la de las poblaciones indígenas (Crosby, 2003: 65), y fue facilitada por la adaptación previa del ganado europeo al clima del Caribe, donde los españoles se habían establecido tres décadas antes (Deagan, 1988; 1995; Reitz y Ruff, 1994; Speller, 2013).

También a través del otorgamiento de tierras realengas a favor de los colonos que lo solicitaron, el asentamiento de tierras ganaderas o agrícolas debía favorecer su establecimiento (y su enriquecimiento). Desde los años 1540 (pero sobre todo a partir de la década de los 60), se multiplicaron de manera exponencial las tierras ganaderas y con eso las cabezas de ganado. Los animales europeos se adaptaron y se reprodujeron rápidamente a los territorios de Nueva España, en donde podían aprovechar amplios pastizales, infrautilizados por las poblaciones prehispánicas (Melville, 1997: 116-117).

Desde los años 1970, numerosos autores discutieron el papel del ganado en el proceso de alteración de los paisajes novohispanos (Melville, 1997; Sluyter, 2004 entre muchos otros), o analizaron el impacto del incremento de las cabezas de ganado caprino o bovino en la economía novohispana (e.g. Florescano, 1986). Pero a pesar de algunas pocas investigaciones antropológicas (Álvarez-Cienfuegos Fidalgo, 1998; Suñe Blanco, 1998) y arqueológicas (Corona, 2012; deFrance y Hanson, 2008), las investigaciones enfocadas en los cambios que ocurrieron en la dieta indígena, y en particular las que tratan de la introducción del ganado europeo, son relativamente escasas.

Si bien los colonos europeos fueron los principales beneficiarios de las mercedes de tierra, las poblaciones indígenas rurales también integraron este sistema de distribución. Además de las tierras ancestrales, preservadas por la ley española, desde los años 1540, los miembros de la antigua élite y comunidades indígenas obtuvieron tierras realengas para la cría de ovejas y de cabras. Sin embargo, es difícil medir el impacto de la Conquista sobre la economía y la dieta de las comunidades locales solo en base al prisma de las fuentes históricas, ya que estas últimas pocas veces hacen referencias a esta parte de la sociedad, focalizando su atención en los nuevos “poderosos”. ¿Quién podía acceder a estas nuevas producciones?, ¿El ganado criado por las poblaciones indígenas era consumido por ellas mismas, o integraba el sistema mercantil destinado a abastecer a los españoles?, ¿A partir de cuándo, los indígenas cambiaron su dieta para integrar la carne europea?

A partir del ejemplo concreto del sitio arqueológico de Mich.415-Las iglesias, un asentamiento con fechados asignados a la colonia temprana, el presente artículo pretende brindar algunos elementos de reflexión sobre la introducción del ganado europeo en una comunidad mesoamericana rural durante dicho periodo.

En la primera parte de este artículo, presentaremos el sitio Mich.415-Las Iglesias y los trabajos de campos que permitieron descubrir un pequeño depósito, identificado como un basurero, vinculado a una vivienda de alto nivel social. Luego, discurriremos los resultados del análisis de los restos faunísticos encontrados. Por fin, reflexionaremos sobre la dieta carne de los habitantes de esta casa a partir de la confrontación de los datos arqueológicos y de fuentes escritas.

San Andrés Cuarum, un pueblo de indios

En el año 2015, recorridos de superficie realizados en el marco del proyecto arqueológico Uacúsecha en la región de Zacapu (norte del estado actual de Michoacán) permitieron identificar un sitio fechado en la primera mitad del siglo XVI, el cual fue registrado con el nombre de Mich.415-Las Iglesias (figura 1). El asentamiento está establecido al pie de un imponente cerro denominado El Caracol, una antigua colada volcánica en parte cubierta por una más reciente, la del Malpaís Prieto (Pereira et al, 2016).

El sitio de Mich.415-Las Iglesias se extiende al este del Cerro el Caracol, sobre una pendiente suave nivelada artificialmente por terrazas de grandes dimensiones, que estructuran el espacio desde el pie de la ladera relativamente abrupta del cerro hasta las orillas de la antigua ciénega de Zacapu (desecada a finales del siglo XIX). El asentamiento está limitado al oeste y al sur por las pendientes de la colada volcánica, las cuales están en parte cubiertas por terrazas agrícolas cuyo origen se remonta a la época prehispánica. Al norte y al este, estaba acotado por una extensión de la ciénega de Zacapu, formando un pequeño promontorio de unas 14 ha. Los recorridos de superficie permitieron identificar que la ocupación colonial temprana cubría la totalidad de este “antiguo promontorio”. Sin embargo, el estado de conservación es muy desigual de una zona a la otra, principalmente por la presencia de zonas de cultivo y por el pastoreo de ganado vacuno que transita sectores con mayor densidad de vestigios, como pastizales.

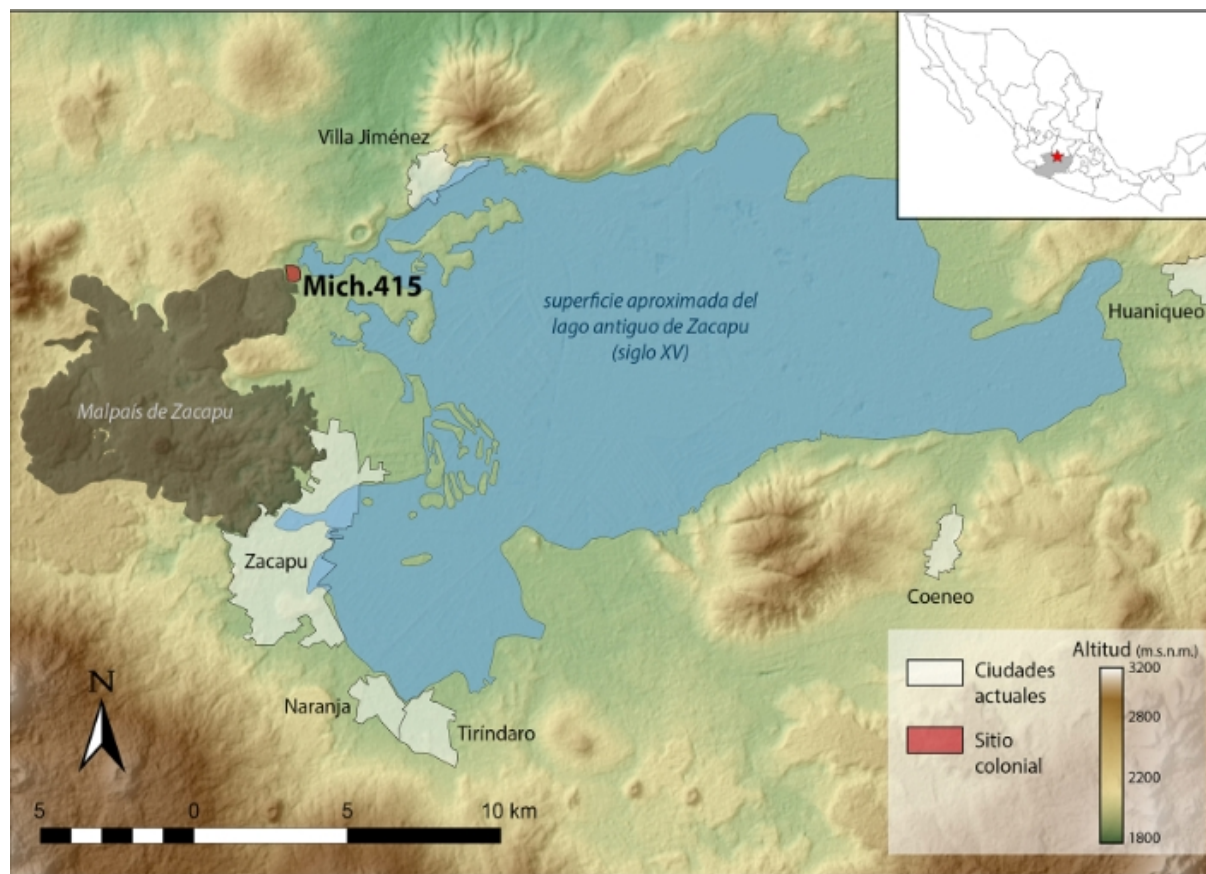


Figura 1. Ubicación del sitio Mich 415-Las Iglesias (mapa: A. Dorisson).

El análisis de la imagen LIDAR (figura 2), completado por un trabajo de campo con levantamiento GPS y recolección de superficie, permitió identificar que el asentamiento presenta un trazado urbano hipodámico (o en damero) muy regular. El asentamiento está conformado principalmente por estructuras habitacionales, que rodean una iglesia orientada este-oeste, que se abre hacia una plaza cuadrangular de unos 50 m de lado cercada por un muro de piedras secas (o de argamasa de lodo hoy en día desaparecida) conservado sobre una altura de 30 cm a 1.20 m.

El material de superficie, así como el procedente de la excavación, ponen de manifiesto dos fases de ocupación. La primera de ellas corresponde al Epiclásico (600 – 900 años d.C.), está representada por la presencia de tepalcates residuales, extremadamente erosionados, escasos y mezclados con materiales más recientes. No se conservaron vestigios arqueológicos para esta ocupación. La segunda fase de ocupación, mejor preservada, está fechada para el siglo XVI. Finalmente, según el material cerámico encontrado, el sitio Mich.415-Las Iglesias fue abandonado, por razones aún desconocidas, a finales del siglo XVI, es decir unos 70 – 80 años después de la Conquista de la región. El fechado del sitio durante el primer siglo de la colonización es coherente con la organización espacial urbana en damero y la ubicación de este en el valle. Con la excepción de la escasa evidencia de material epiclásico, la totalidad de los vestigios observados (construcciones, acondicionamientos del terreno, material de superficie y en contexto arqueológico) corresponden a la segunda fase de ocupación. Se trata de una ocupación colonial

muy temprana y muy breve. Este asentamiento es excepcional por su cronología, su estado de conservación y sus características espaciales pocas veces observadas, en particular en el medio rural. La organización espacial de los asentamientos coloniales tempranos es relativamente bien conocida (Ramírez Ruiz, 2006, entre muchos otros), pero la información procede casi exclusivamente de la documentación histórica, los vestigios coloniales tempranos siendo generalmente “enterrados” debajo de los asentamientos modernos.

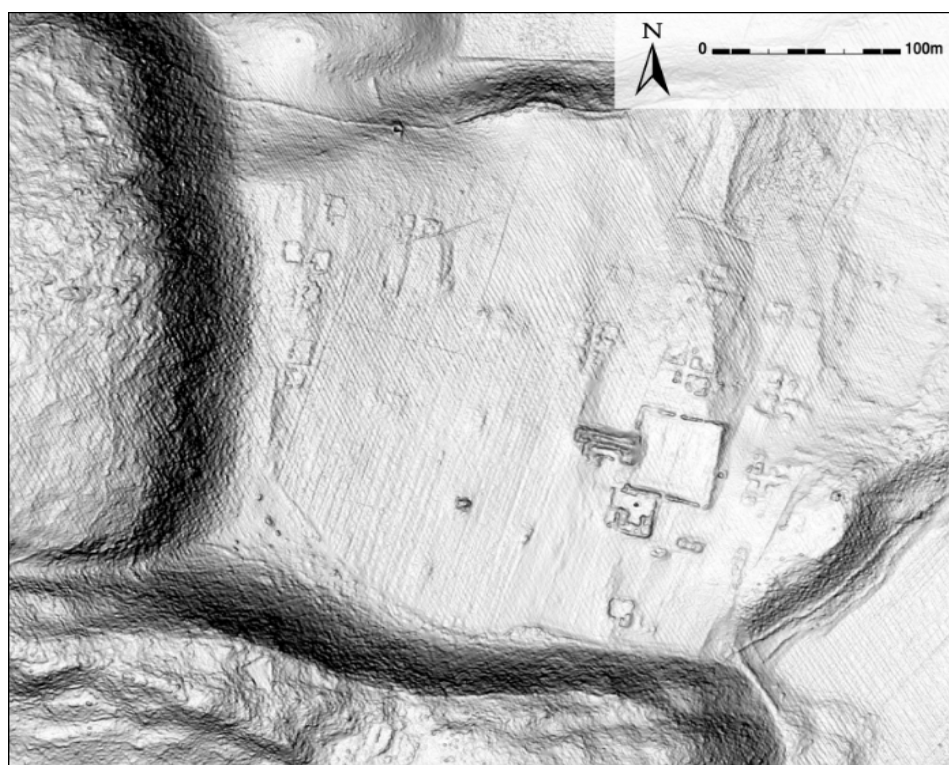


Figura 2. Imagen LIDAR del sitio Mich 415-Las Iglesias (cortesía del Proyecto Uacúsecha)

Un estudio preliminar de la documentación histórica de la zona permitió obtener información complementaria sobre la identidad del asentamiento y de sus habitantes. Un mapa histórico, realizado para el proyecto de desecación de la laguna de Zacapu a finales del siglo XIX (2515-OYB-7234-A, Mapoteca Orozco y Berra, CDMX), revela que este sector fue anteriormente conocido como “Cuarum”. El topónimo ha sido hoy en día olvidado por los habitantes de la zona, pero aparece en varias fuentes del siglo XVI. En 1596, el documento conocido como “El borrador instructivo del Pueblo de Zacapu”, que tuvo por meta delimitar el territorio de Zacapu, identifica al pueblo de “San Andrés Hecuarumtaran” como un barrio de Santa Ana Zacapu (González Méndez, 1968) y lo ubica “Al pie de una loma pedregosa” (Migeon, 2016: 19). Otro documento administrativo que relata conflictos territoriales que ocurrieron a finales del siglo XVI y durante el siglo XVII - y con este motivo recuerda a un escrito más antiguo fechado en 1572 - hace referencia al pueblo de “San Andrés Cuarum” (AGN, Tierras, Vol. 2726, exp 18). La estructura toponímica compuesta de un hagio topónimo y de un nombre de lugar indígena es característica del principio de la época colonial y marca generalmente la

cristianización de un asentamiento prehispánico durante las primeras décadas de la colonización española (Lefebvre, 2017a). Así, durante el siglo XVI, el nombre de lugar no se refiere a un paraje sino a un asentamiento. Por su ubicación y la correspondencia del fechado, podemos asociar la mención histórica y los vestigios arqueológicos de Mich.415-Las Iglesias.

Los documentos históricos anteriormente mencionados identifican el pueblo de San Andrés Cuarum (o Hecuarumtaran) como un pueblo-sujeto de Santa Ana Zacapu. Estos dos asentamientos se encuentran a unos 13 km de distancia. En víspera de la Conquista, este territorio se encontraba en la frontera septentrional del reino tarasco y del área mesoamericana. La información sobre los vínculos de subordinación es determinante en la identificación de la población que ocupaba el poblado de San Andrés Cuarum, su estatus de pueblo-sujeto de Zacapu revela que se trataba de un pueblo de indios, es decir que, por las leyes novohispanas, solo era ocupado por poblaciones indígenas.

Materiales y Métodos

Los trabajos de campo

La temporada de campo 2015-2016 permitió complementar los recorridos, y sobre todo de llevar a cabo los primeros trabajos de excavación en el sitio, con la meta de obtener una visión más completa de la organización general del asentamiento, de definir mejor su secuencia de ocupación, y de dar elementos de reflexión sobre los cambios socioeconómicos que resultaron de la conquista española en las zonas rurales. Tres sondeos exploratorios fueron realizados: el primero junto a la estructura residencial 044 (Unidad de Trabajo, UT 136), el segundo en el solar de la estructura residencial 039 (UT 143) y el tercero en la esquina interna noroeste de la plaza central (UT 144) (figura 3).

La UT 143 fue la única en proporcionar un corpus sustancial de material óseo asociado a un contexto arqueológico muy bien controlado, características esenciales para poder responder a nuestros cuestionamientos. Por esta razón, el presente trabajo está basado principalmente en el análisis de dicha UT. Las dos otras UT solo permitieron encontrar muy pocos vestigios óseos (UT136: ninguno; UT 144: 16), los cuales están además muy fragmentados. El sondeo UT 143 (2 x 4 m) fue establecido contra el lado oeste de la estructura 039, entre la casa y el muro de recinto del solar, en donde fue construida una terraza de unos 50 cm de altura para nivelar el terreno (figura 3).

La estructura 039 está ubicada al nivel de la esquina suroeste de la plaza central, muy cerca del conjunto religioso, lo cual le otorga una posición privilegiada. Se compone de una plataforma de aproximadamente 1 m de altura en forma de "U", sobre la cual se encuentra una estructura que cuenta 4 cuartos en sucesión, cubriendo una superficie global de aproximadamente 100 m².

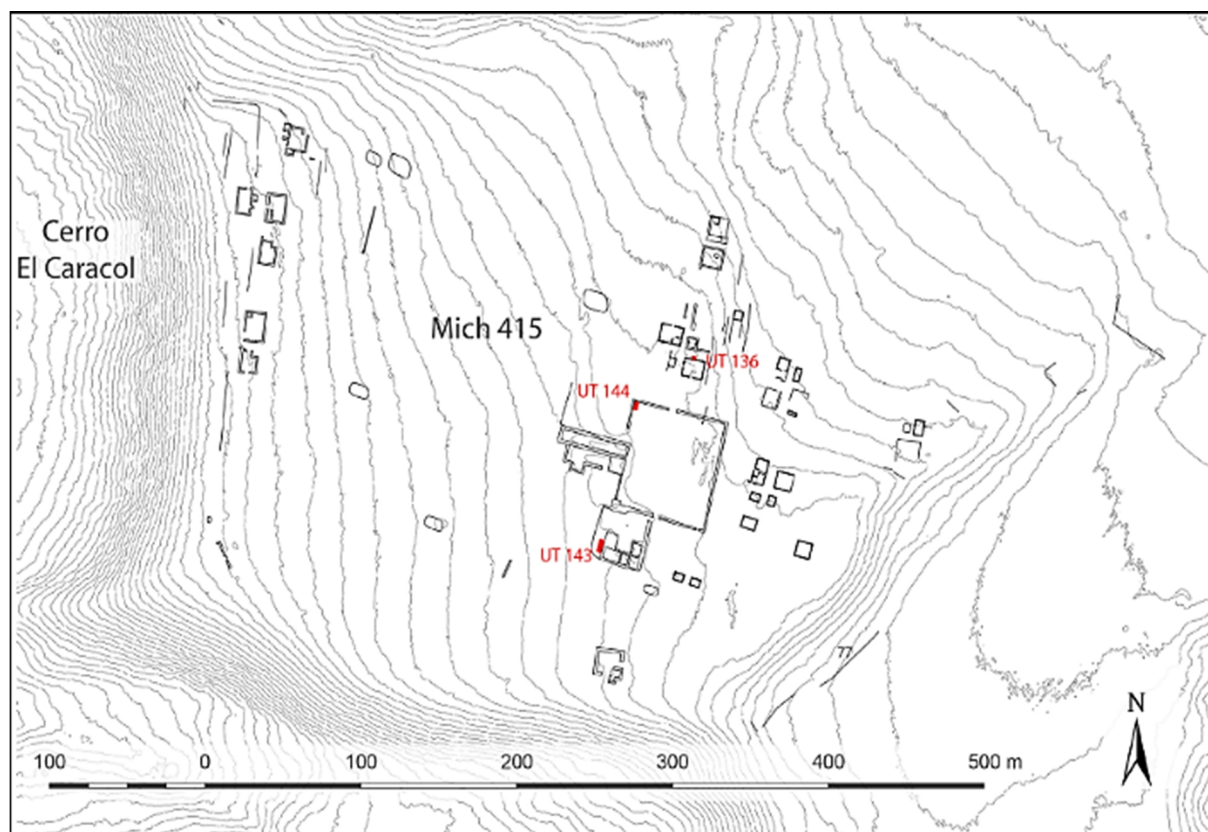


Figura 3. Mapa del sitio Mich 415- Las Iglesias y ubicación de las Unidades de Trabajo.

La excavación de una parte de la terraza (un pequeño espacio de 8 m²) tenía por objetivo comprender el sistema constructivo de la estructura y el acondicionamiento del terreno resultante de la implantación colonial. Fueron evidenciadas seis capas arqueológicas (figura 4), las cuales corresponden principalmente a rellenos constructivos compuestos de bloques de piedra sin escuadrar de tamaño diverso y de sedimentos importados para nivelar la pendiente suave del terreno natural. El sondeo permitió recolectar una gran cantidad de material arqueológico (cerámico, óseo, lítico entre otros). Una parte notable de este material se encontraba en niveles de ocupación. Se localizó un área de acumulación de desechos domésticos (UE 1060) que probablemente se correspondía con una zona de basurero contemporánea a la ocupación de la estructura 039.

Otra parte del material proviene del relleno constructivo de la terraza, y procedía de una etapa de establecimiento previa (UE 1061, 1062, 1063, y 1064). En este caso, la construcción de la pequeña terraza de nivelación fue aprovechada para esconder un basurero anterior a la construcción de la estructura 039. Sin embargo, la homogeneidad de los tipos cerámicos en los dos contextos demuestra que los eventos se sucedieron en un tiempo breve. La cerámica tipo *Romita*, presente en la totalidad de la estratigrafía, hasta las unidades estratigráficas más profundas (UE 1064), es un elemento diagnóstico relativamente bien fechado.

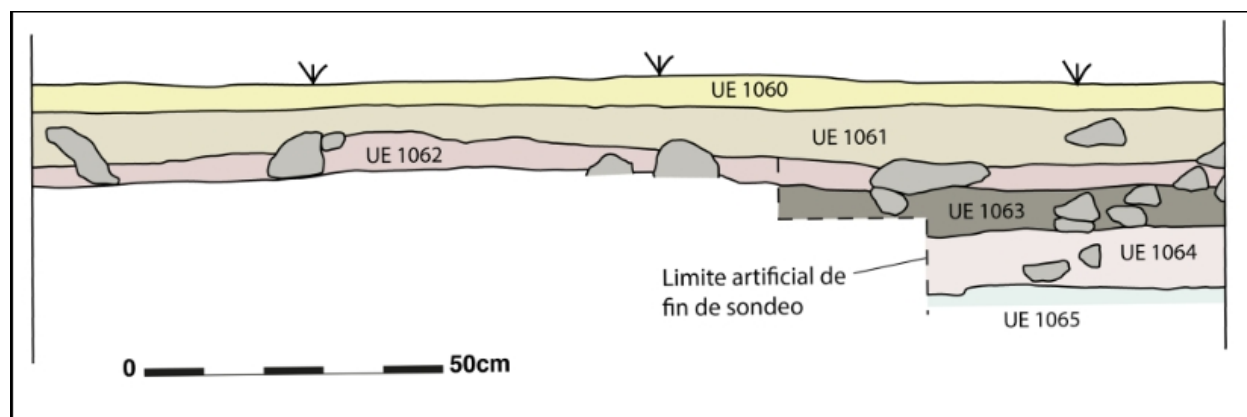


Figura 4. Corte estratigráfico de la UT 143 (pared este).

Esta cerámica es considerada como una “loza indígena” o “pseudomayólica”, producida en la cuenca de Pátzcuaro durante la segunda mitad del siglo XVI (Lister y Lister, 1982: 34 - 40; Fournier et al, 2007: 213). Cabe mencionar que no se encontraron fragmentos de cerámica *mayólica* de tradición europea en el sondeo en particular, ni en el conjunto del sitio en general. Por otra parte, se hallaron 566 fragmentos de restos faunísticos, que se discutirán más adelante, acompañados por conchas de bivalvo procedentes probablemente de la laguna; se localizó relativamente poca obsidiana, fragmentos de carbón, y algunos artefactos inusuales como un pequeño fragmento de espejo tallado y un malacate. Es importante subrayar que este corpus forma un conjunto coherente y corresponde a una única y breve fase de ocupación en el tiempo, según el material cerámico.

El sondeo y el recorrido realizado en la estructura 039 revelaron una construcción singular debido a su localización (cercana al lugar de culto y al corazón del pueblo), su tamaño, su complejidad arquitectónica (número de cuartos que lo conforman y presencia de una plataforma, única en el sitio) y la presencia de material arqueológico suntuoso, entre el cual destaca la presencia de fragmentos cerámicos vidriados de tipo *Romita* (en número superior a los demás sectores del sitio) y un fragmento de espejo tallado. Estas características permiten proponer que esta residencia pudo haber pertenecido a un personaje de alto nivel social, probablemente un cacique local.

Metodología del estudio zooarqueológico

Una de las particularidades de la estructura 039 es la presencia de numerosos huesos de animales (566 fragmentos). Obviamente, hay que tener en cuenta que se trata de un depósito pequeño, por lo cual los resultados obtenidos no podrán ser generalizados al conjunto del pueblo, y menos a los asentamientos de la región. Sin embargo, este hallazgo es un testimonio valioso para discurrir la

introducción del ganado europeo en un pueblo indígena de Nueva España, el cual ha sido muy poco estudiado (Corona-M., 2012).

El análisis arqueozoológico se llevó a cabo en el Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos (CEMCA). La superficie de todos los restos fue observada a simple vista para identificar huellas tafonómicas vinculadas con actividades antrópicas (carnicería, exposición al fuego), así que su alteración por agentes biológicos (vegetación, carnívoros, roedores) y fenómenos climáticos (meteorización, Behrensmeyer, 1978) o edáficos (Lyman, 1994).

Los restos fueron identificados anatómicamente y taxonómicamente con la ayuda de las colecciones de referencia conservadas en el CEMCA y libros de referencia (Bochenski y Tomek, 2009, Elbroch, 2006, Olsen, 1964). Las clases de edad de los animales fueron identificadas por los estadios de fusión de las epífisis (Barone, 1976), el crecimiento dental y su desgaste (Hilson, 2005).

Los vestigios fueron cuantificados por número de especímenes óseos (NSP), número mínimo de elementos (MNE) y número mínimo de individuos (MNI); este último se calculó utilizando la frecuencia relativa de cada elemento y los indicadores de edad para separar los diferentes individuos (Lyman, 1994b; 2008; Mengoni Goñalons, 1988). Para entender mejor la distribución de las diferentes partes anatómicas en los artiodáctilos se empleó un índice de utilidad carnicería (MUI) inspirado por Binford (1978: Table 1.4). Sin embargo, para tomar en cuenta las variaciones que existen entre las diferentes especies, se consideraron únicamente tres rangos de valores: baja utilidad ($MUI < 25$), medianos ($25 < MUI < 50$) y altos ($MUI > 50$).

Resultados

Resultados del análisis tafonómico

Se analizaron un total de 566 restos que provienen de las seis unidades estratigráficas (UE) identificadas en la UT 143 (tabla 1). Sin embargo, la correspondencia entre fragmentos de diferentes UE que forman parte de un mismo elemento nos llevó a considerar todo el corpus como un mismo evento (figura 5a).

Los huesos presentan un estado de superficie muy bueno: menos de 10% de los restos presentan alteraciones debidas al clima o a las raíces (NSP = 32). Se observaron huellas de dientes de carnívoros en algunos huesos (NSP = 9) y aunque no se pueda identificar con precisión si fueron hechas por perros o coyotes, la posición del basurero, dentro del pueblo, deja suponer que más bien se trata de perros. Se observaron también huellas de dientes de roedores (NSP = 21). La combinación de estas observaciones indica que los huesos fueron enterrados bastante pronto después de su depósito.

Tabla 1. Listado de los restos de animales contabilizados por unidad estratigráfica.

| Taxón | UE 1060 | UE 1061 | UE 1062 | UE 1063 | UE 1064 | UE 1066 | Superficie | TOTAL |
|----------------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Actinopteriqii | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>Kinosternon</i> sp. | | | 1 | 2 | 1 | | | 4 |
| Anatidae | | | | | 2 | | | 2 |
| Aves mediano | | | | 3 | 4 | | | 7 |
| Aves indeterminado | | | | 2 | | | | 2 |
| <i>Cratogeomys</i> | | | | 1 | | | | 1 |
| Geomyidae | | | | 1 | | | | 1 |
| Arvicolinae | | | | | 1 | | | 1 |
| Sciuridae | | | | | 1 | | | 1 |
| Rodentia/Lagomorpha | | 1 | | | | | | 1 |
| Artiodactyla (Total) | 5 | 11 | 10 | 10 | 17 | | | 53 |
| <i>Bos taurus</i> | 1 | 2 | 2 | 6 | 5 | | | 16 |
| Indet. Grande | | | 2 | | | | | 2 |
| <i>Ovis aries</i> | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Ovis/Capra</i> | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | 9 |
| Indet. Mediano | 1 | 4 | 3 | 2 | 10 | | | 20 |
| Artiodactyla indeterminado | | 4 | 1 | | | | | 5 |
| Mamífero grande | 4 | 15 | 15 | 23 | 24 | 2 | 1 | 84 |
| Mamífero mediano | 3 | 12 | 11 | 10 | 19 | | | 55 |
| Mamífero mediano-grande | 18 | 112 | 51 | 74 | 82 | 14 | 2 | 353 |
| Mamífero indeterminado | 3 | 2 | | 2 | 6 | | | 13 |
| Vertebrado indeterminado | | | 6 | | | | | 6 |
| TOTAL | 33 | 153 | 94 | 128 | 158 | 16 | 3 | 585 |

En comparación, los indicadores de la acción antrópica son más numerosos: se observan fracturas helicoidales, es decir hechas sobre los huesos en estado fresco (NSP = 34) y huellas de corte (NSP = 16). Se encontraron también varios huesos quemados (NSP = 19). Las quemaduras se distribuyen en toda la superficie de los fragmentos, incluyendo en la cavidad medular (figura 5b), lo que sugiere que no se trata de patrones de cocción sino más bien de huesos tirados al fuego (Costamagno et al, 2005). Estas huellas pueden indicar un uso ocasional de los huesos como combustibles o quizás una manera de eliminar los desechos. Por otra parte, se encontraron también fragmentos que presentan tanto una superficie pulida, como una fracturación helicoidal con bordes desafilados y un color amarillo casi translúcido: estos elementos indican una preparación diferencial que influyó su reacción a la diagénesis, hasta permitir individualizarlos de los otros (figura 5c). Estos huesos altamente fragmentados con la ausencia de fragmentos de hueso esponjoso y de epífisis de huesos largos son criterios que llevan generalmente a identificar la recuperación de médula ósea y/o de producción de grasa al hervir los fragmentos de huesos (Morin y Soulier, 2017; Munro y Bar-Oz, 2005).

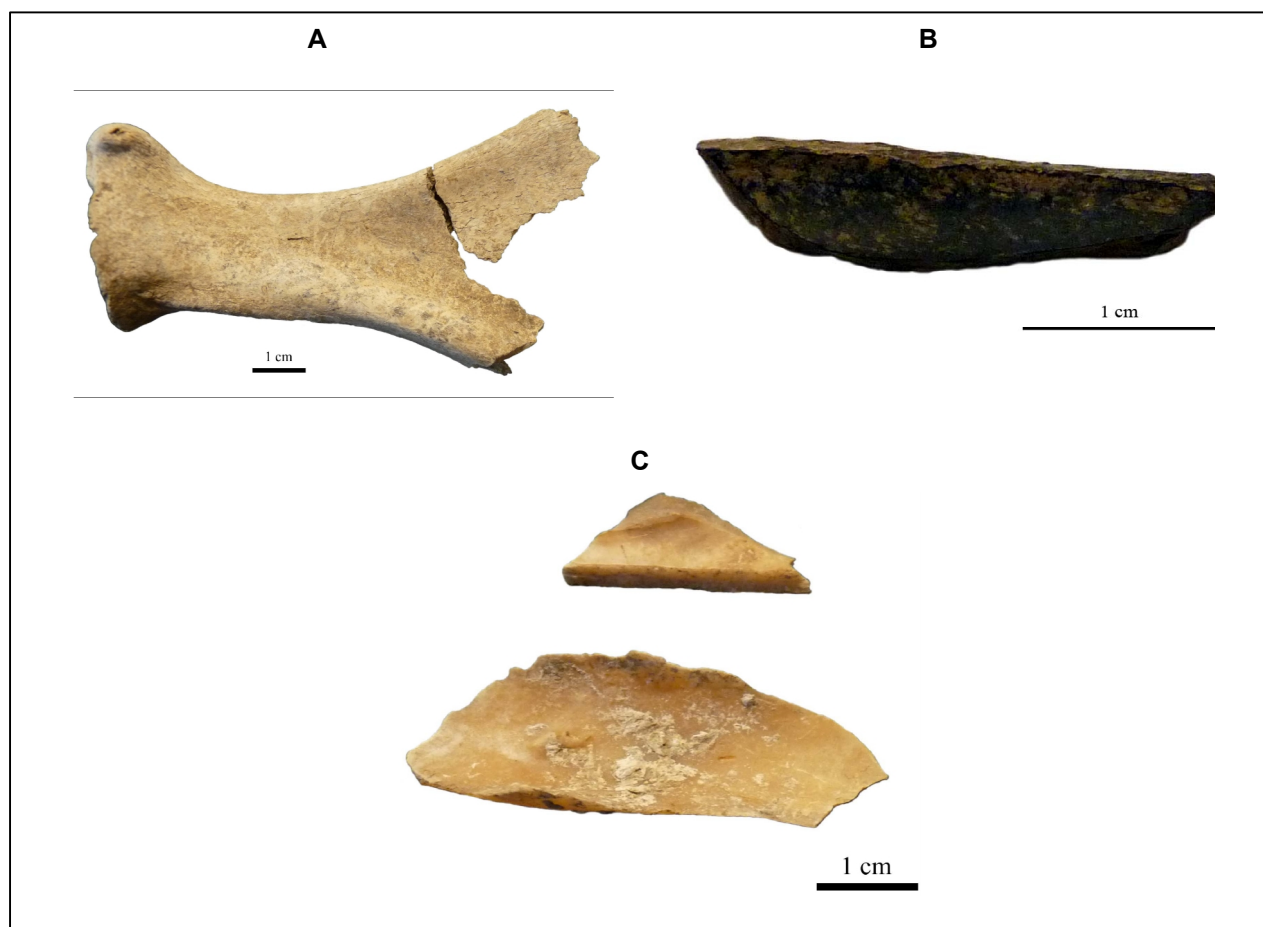


Figura 5. (A) “Re ensamblaje” entre fragmentos de diferentes UE (escápula de Caprino). (B) Esquirla de hueso integralmente carbonizada, ciertamente después de su fragmentación. (C) Esquirlas de huesos.

Identificaciones taxonómicas – los animales explotados en Cuarum

Debido a la alta fragmentación, una amplia parte de la muestra queda sin identificar. De hecho, casi 90% de los restos analizados están clasificados como mamíferos grandes (NSP = 84), medianos (NSP = 55), medianos a grandes (NSP = 353) o mamíferos indeterminados (NSP = 13). Sin embargo, se pudieron identificar ocho animales diferentes, dentro de los cuales se encuentran distintos taxones de peces, tortugas, aves y mamíferos, que se describen a continuación.

Se identificó un hueso de un pez óseo (Actinopterygii). Se trata de una espina axonosta (es decir, de la aleta dorsal). Con casi 3 cm de longitud, representaría un pez de tamaño más importante que los que se han descubiertos en los sitios vecinos de Mich.215, Mich.23 y Mich.31 (Manin et al, 2015; Manin y Lefèvre, 2016). Sin embargo, no se trata de un elemento suficientemente diagnóstico para proponer una identificación más específica, ni siquiera si se trata de un pez local o foráneo.

Se encontraron cuatro fragmentos de caparazón de tortuga pecho quebrado (*Kinosternon* spp.) que podrían corresponder a las dos especies presentes en la región: *Kinosternon hirtipes* y *Kinosternon integrum* (Flores Villela, 1993; Flores Villela & Canseco Márquez, 2008). Mientras *K. hirtipes* vive en bosques de encino, *K. integrum* prefiere bosques espinosos y selva baja caducifolia que se ubican a menor altitud (Medina-Aguilar et al, 2011). Hoy en día, solo *K. hirtipes* ha sido identificada en el lago de Zacapu (Pérez-Ponce et al, 2001). Los cuatro fragmentos pueden pertenecer a un mismo individuo.

Se identificaron dos fragmentos distales de coracoides derechos de patos (Anatidae), que representan dos individuos diferentes. Además, se encontraron nueve restos de aves de tamaño mediano (NR = 7) o indeterminado (NR = 2) que podrían corresponder también a patos. Se trata de patos de tamaño mediano (aves de 500 g hasta 1.5 kg), lo que puede corresponder a una lista de 10 especies en la cuenca de Zacapu (Zubieta Rojas et al., 2004): el pato golondrino (*Anas acuta*), el pato chalcuán (*Anas americana*), el pato cucharón norteño (*Anas clypeata*), el pato de collar (*Anas platyrhynchos*), el pato friso (*Anas strepera*), el pato boludo menor (*Aythya affinis*), el pato pico anillado (*Aythya collaris*), el pato coacoxtle (*Aythya valisineria*), el pijije canelo (*Dendrocygna bicolor*) y el pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*). De estos, tres anidan en la cuenca y están presentes a lo largo del año: el pato de collar, el pato tepalcate y el pijije canelo. Los otros siete están presentes solamente durante la temporada seca, de octubre-noviembre a marzo-abril.

Es interesante notar que en estos tres grupos los animales están estrechamente vinculados con el medio acuático, lo que concuerda con la ubicación del pueblo de San Andrés Cuarum, establecido a la orilla de la laguna de Zacapu. Dentro de los mamíferos, se identificaron huesos de tuza (Geomyidae, en particular *Cratogeomys* sp.), de pequeño ratón (Arvicolinae, probablemente *Microtus mexicanus*), y de ardilla inmadura (Sciuridae, probablemente Xerinae, o ardillas terrestres) que están naturalmente presentes en la región. Estos animales cavan madrigueras en el suelo y así pueden penetrar las capas arqueológicas después de su depósito. Las huellas de dientes de roedores identificadas en la superficie de algunos huesos confirman la intrusión probable de estos animales, a posteriori. Como ninguno de estos huesos presentaba huellas de actividad humana, todos fueron considerados como intrusivos y no se tomaron en cuenta en los análisis subsecuentes. También hay que mencionar la presencia de un fragmento de pelvis de roedor (tipo tuza) o de lepórido (conejo). Como no se pudo precisar la identificación, y que tampoco llevaba huellas de actividad humana, también fue considerado como intrusivo.

Finalmente, la mayoría de los huesos identificados pertenecen a artiodáctilos (NSP = 53). Dentro de estos, 16 fragmentos corresponden claramente a vaca (*Bos taurus*), y dos más a un artiodáctilo grande, probablemente vaca también. Proviene de la cabeza (incluyendo el cráneo, la mandíbula y el hioides) y del esqueleto apendicular (figura 6). Además, 84 restos de mamífero muy grande no pudieron ser identificados, pero pertenecen probablemente también a vaca: se trata de fragmentos de costillas, de cráneo y de huesos largos que no presentan caracteres diagnósticos pero que son significativamente más grandes que los de venado. Sin embargo, no hay repetición en los elementos representados, lo que solo indica la

presencia de al menos un individuo. El desgaste limitado de los dientes, la observación de incisivos con raíces abiertas y la identificación de una vértebra torácica con discos no fusionados son rasgos que indican que se trata de al menos un individuo joven, de menos de dos años. Las huellas de corte, de fracturación y de exposición al fuego (figura 6) evidencian que el animal fue preparado, ciertamente para su consumo. Por otra parte, los elementos anatómicos presentes corresponden a la vez a partes ricas en carne (índice de utilidad alto) y pobres (índice de utilidad bajo), lo que revela que no se trata de piezas de carne preparadas, sino que el cuerpo completo del animal fue traído y preparado en la estructura.

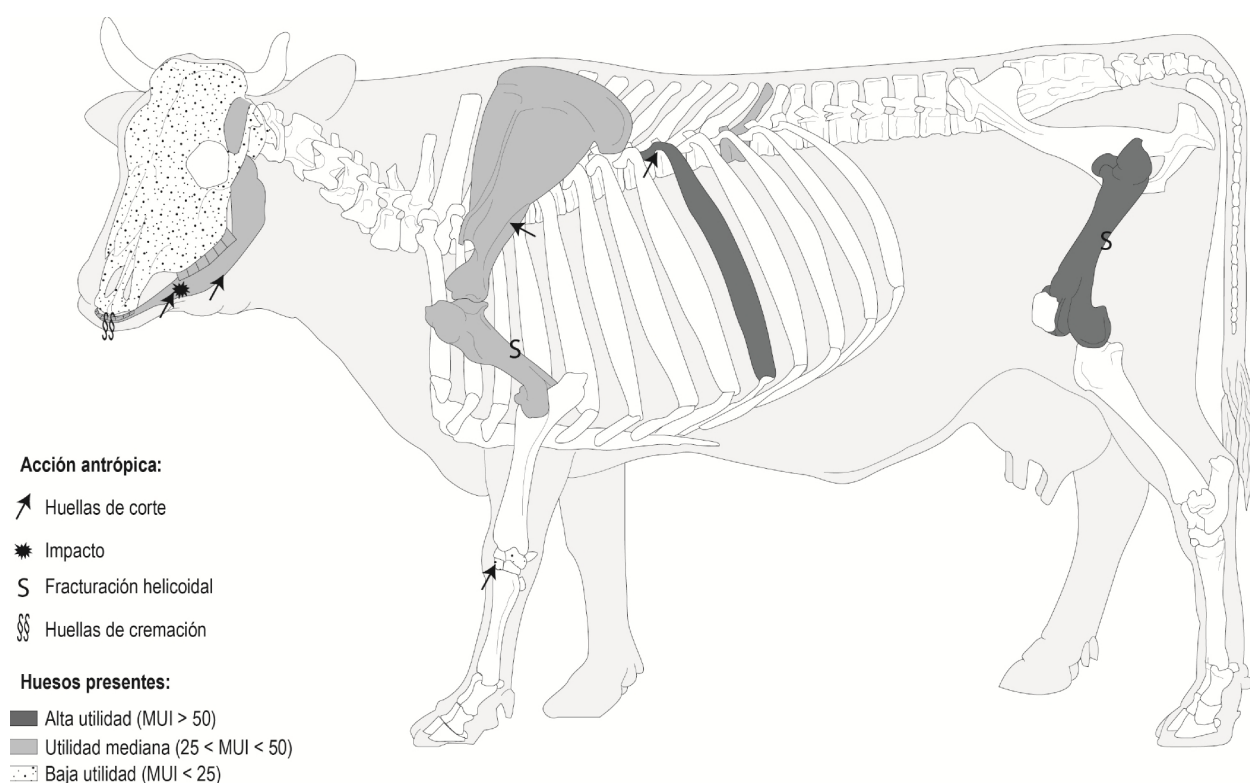


Figura 6. Distribución de los huesos de vaca identificados en Cuaram con la representación de las huellas de actividad y del índice de utilidad de cada elemento.

Se identificaron también 10 fragmentos óseos de caprino, incluyendo un diente premolar de oveja (Gillis et al, 2011). La distinción entre los huesos de caprinos domésticos (oveja y cabra) es muy difícil y se basa en criterios específicos que se encuentran difícilmente en huesos fragmentados (e.g. Gillis et al, 2011; Haruda, 2017; Zeder y Lapham, 2010). Como ninguno de los huesos presentó características correspondientes a los de las cabras, se puede suponer que se trata únicamente de oveja (*Ovis aries*). La ausencia de repetición de los diferentes elementos permite estimar la presencia de al menos un individuo. De igual manera, dientes con desgaste limitado indican que se trata de un individuo joven, pero la presencia del cuarto premolar definitivo indica que se trata de un animal de un poco más de dos años (Hillson, 2005: 231). Por otra parte, mientras que las partes

esqueléticas identificadas son muy similares a las representadas para la vaca, no presentan tantas huellas de actividad antrópica. Se nota también la presencia de una diversidad de elementos tanto con alta como baja utilidad, lo que sugiere, como en el caso de la vaca, la preparación de carcasas completas. Además, se encontraron 20 restos de artiodáctilos de tamaño mediano y 55 restos de mamíferos medianos que podrían corresponder a la misma especie, aunque carecen de caracteres diagnósticos para asegurar esta hipótesis, por lo que no se puede descartar la presencia de otros artiodáctilos como el venado.

Discusión

Discusión acerca de la evolución de la dieta indígena

El estudio del corpus óseo procedente de la UT 143 del sitio Mich.415-Las Iglesias proporciona resultados preliminares de primera importancia sobre la evolución de la dieta de las poblaciones indígenas rurales en la colonia temprana, especialmente porque la información acerca de este período es escasa. Pocas investigaciones arqueológicas se han enfocado en el régimen alimenticio indígena tras la Conquista española, y aún más en contexto rural. Lo anterior se explica en gran parte por la dificultad de acceder a esta información, en particular porque la permanencia de la mayoría de los asentamientos en un mismo lugar desde los principios de la Colonia limita el acceso a los vestigios tempranos. Por consiguiente, durante mucho tiempo solo se investigó el tema de la dieta a través del prisma de la historia, principalmente a partir de la economía indígena (actas de otorgamiento de tierras realengas, tributos, entre otros), el cual solo proporciona informaciones indirectas y parciales, ya que la producción de un producto no necesariamente implica su consumo.

El uso de los animales en Cuaram

El estudio arqueozoológico muestra que los habitantes de la estructura 039 consumieron por lo menos cinco especies distintas de animales, los cuales se pueden dividir en dos categorías. La primera corresponde a los animales locales: el pez, la tortuga y el pato. Todos están vinculados con el medio acuático, y por la cercanía de la antigua laguna de Zacapu, podrían ser especies autóctonas. La segunda categoría corresponde a animales introducidos por los europeos: la vaca y la oveja. Más de 90% de los huesos identificados corresponden a animales europeos (figura 7).

Sin embargo, ese alto porcentaje resulta de la importante fragmentación de los huesos, así esta proporción solo corresponde a un animal de cada taxón. A pesar de estos, los huesos de animales de origen europeo en el pueblo de San Andrés Cuaram demuestran que el ganado no sólo fue introducido prontamente en el Occidente novohispano, pero sobre todo que fue consumido por lo menos por algunos miembros de las comunidades indígenas rurales desde las primeras décadas de la colonia.

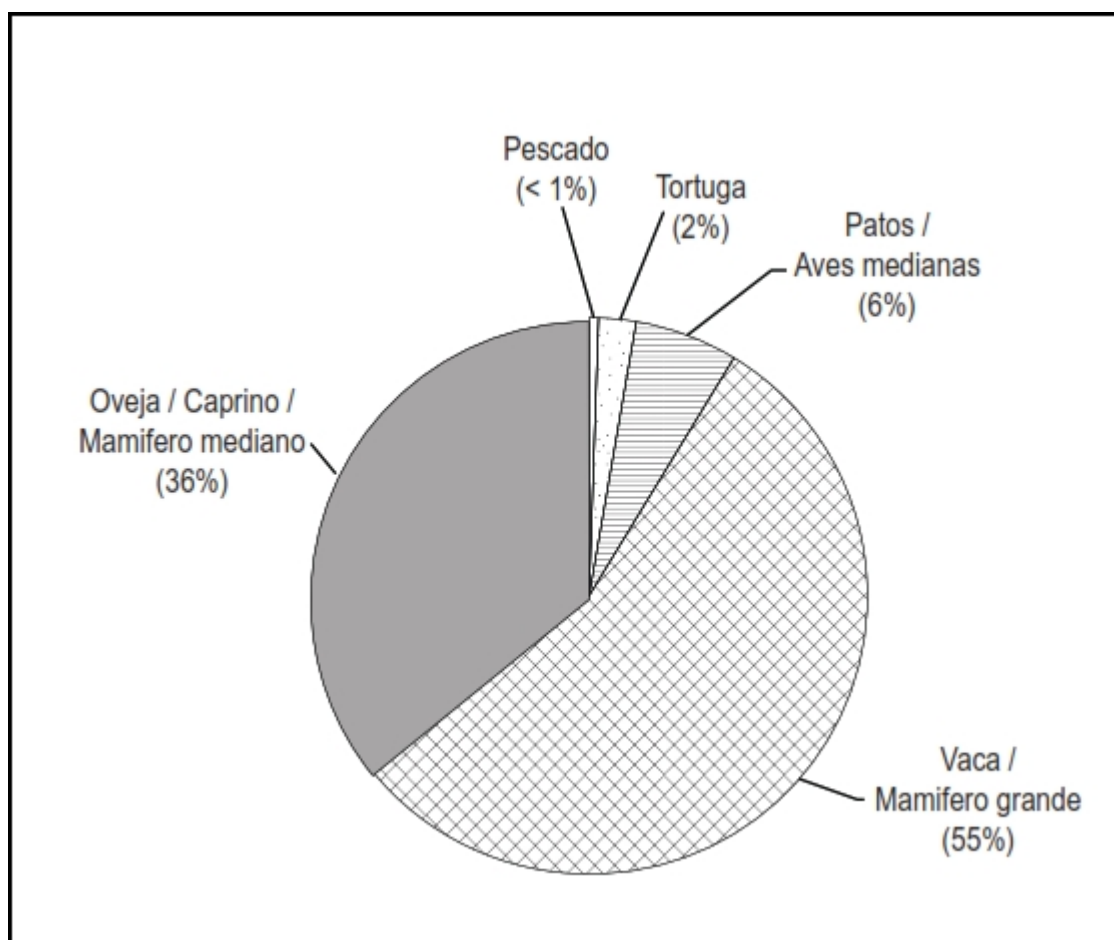


Figura 7. Proporción de restos identificados para las diferentes categorías de animales (número total de restos identificados: 184).

La presencia de huesos de vaca y de caprino en los terraplenes constructivos de la terraza, hasta las capas arqueológicas más antiguas (sobre el terreno natural), revela que su consumo ocurrió antes de la construcción de la casa adyacente, y por consecuencia antes de la fase de consolidación del asentamiento colonial. Es sabido que una de las primeras disposiciones tomadas por los españoles recién llegados fue la reorganización del patrón de asentamiento, desplazando los pueblos prehispánicos (*pueblos viejos*), que se encontraban dispersos en las alturas (cimas y pendientes altos de los cerros), hacia los valles y planicies cercanos, lo anterior con el fin de evitar que los antiguos asentamientos se convirtieran en bastiones. El *pueblo nuevo* conservaba su topónimo y su identidad, pero era “re fundado” *ex nihilo* según el protocolo hispánico (Ramírez Ruiz y Fernández Christleb, 2006: 145).

En el caso de Cuaram, este desplazamiento fue identificado a través de los sitios de Mich.68-El Caracol, establecido en el cerro y fechado del Posclásico tardío y del sitio colonial Mich.415-Las Iglesias. Se desconoce la fecha del traslado de Cuaram (y de los otros asentamientos indígenas de la región), pero de manera general para Nueva España, se considera que esta fase de reestructuración del

patrón de asentamiento fue muy precoz, en la década que sigue la llegada de los españoles (entre los años 1530 y 1540). El análisis histórico de varios casos de pueblos trasladados demuestra que en un primer tiempo la “nueva” ocupación se caracteriza por la construcción de estructuras ligeras y rudimentarias. Poco tiempo después, se lleva a cabo una importante fase de remodelación, que afecta las dimensiones de los edificios y la naturaleza de los materiales empleados, donde el objetivo es edificar construcciones permanentes (Lefebvre, 2017b). En el caso de San Andrés Cuarum, es posible que la construcción de la terraza y de la estructura sobre plataforma corresponda a esta segunda etapa. Bajo esta suposición los huesos animales presentes en el relleno constructivo podrían estar asociados a la fase primitiva, pero la presencia del material cerámico *Romita* a la vez dentro de la construcción y en el basurero superficial, que implica un tiempo breve, no permite confirmar esta hipótesis.

La presencia de restos óseos en contextos arqueológicos de la colonia temprana ya han sido evidenciados, en particular en los rescates arqueológicos llevados a cabo en la ciudad de México, capital de la Nueva España, tal es el caso de los vestigios encontrados en los rellenos de la primera catedral fechados de la segunda mitad del siglo XVI (Nebot García, 2012), o de las excavaciones realizadas en la actual calle República de Argentina, en donde se encontraron una substancial cantidad de huesos de origen animal fechados del mismo siglo (Nebot García, 2011). En los dos casos, el material cerámico relacionado tiende a ser asociado a población europea de clase media-alta, aunque esta conexión no puede ser comprobada.

La introducción precoz de fauna doméstica europea en la dieta indígena también había sido identificada en el sitio de El Japón, asentamiento residencial chinampero establecido en el antiguo lago de Xochimilco en la cuenca de México, el cual presenta una situación similar a la de San Andrés Cuarum (Corona-M, 2012). Este sitio, cuya ocupación principal fue identificada durante el siglo XVI, proveyó más de 2000 restos óseos. El análisis arqueozoológico permitió la identificación de peces, sapos, tortugas, aves (garzas, patos), así como de cuentas especies domésticas como vacas, ovejas, cabras y cerdos, caballos, gatos y gallinas, las cuales representan en total el 70% de los huesos identificados. Así, este asentamiento no solo presenta una fauna europea, pero esta última es más variada que en San Andrés Cuarum. A pesar de la contemporaneidad de los asentamientos, el contexto social jugó un papel fundamental en la disponibilidad de la producción carne. El sitio de El Japón está muy cerca de la ciudad de México, en donde se concentraban una gran parte de los colonizadores europeos, y, por lo tanto, como fue mencionado con anterioridad, donde transitaban y se consumieron productos vegetales y animales europeos desde principios del siglo XVI.

Este contexto muy particular probablemente favoreció el acceso de las poblaciones indígenas a este tipo de productos foráneos, explicando tanto la cantidad, como la diversidad faunística. En cambio, tanto en El Japón como en San Andrés Cuarum, se observa una persistencia de las especies silvestres locales, en particular las de medio acuático. Es así que la introducción del ganado europeo vino a complementar y no a suplantar el patrón de adquisición y de aprovechamiento alimenticio. De hecho, la crianza de animales era una actividad muy limitada en Mesoamérica prehispánica que concernía principalmente dos especies (el perro,

Canis familiaris, y el guajolote, *Meleagris gallopavo*) y proveía una parte minoritaria de carne (Götz, 2008; Manin y Lefèvre, 2016; Manin y Lefèvre, 2018; Sugiyama et al, 2017). Por lo tanto, la crianza del guajolote parece intensificarse al final del Posclásico, quizás en respuesta a un cambio en las políticas locales (Manin et al, 2018). La introducción del ganado europeo pudo satisfacer una demanda emergente y subsanar un vacío económico, induciendo al mismo tiempo a un cambio drástico en las actividades indígenas.

¿Cambios significativos en la economía y en las prácticas culturales?

Los restos de vaca y de oveja identificados indican que carcasas completas de animales fueron intensivamente procesadas en el sitio. Esta observación revela que los habitantes de la estructura 039 no solamente podían adquirir piezas de carne, sino animales enteros.

El origen de las ovejas no es conocido, puede resultar del intercambio entre los indígenas y los españoles, pero otra posibilidad es que estos animales hayan sido directamente criados por los indígenas. En efecto, rápidamente después de la introducción de las especies europeas, las poblaciones indígenas tuvieron acceso al ganado menor (dentro del cual se encuentran las cabras y las ovejas). El análisis de la documentación (en particular el de los ramos Mercedes y Tierras del AGN) aún no permite identificar tierras de estancia menor en mano de la comunidad de San Andrés Cuarum, pero es poco probable que el pueblo se haya quedado fuera de esta actividad. Por consiguiente, la presencia de ganado menor como parte de la dieta no es extraño. Los vecinos de San Andrés Cuarum, y en particular los de alto nivel social como los habitantes de la estructura 039, no sólo podían criar el ganado menor, pero también podían consumir estos animales, que entonces se quedaban en un circuito cerrado: producción y consumo por los *naturales*.

En cambio, el consumo de la vaca llama más la atención, puesto que según la ley novohispana la cría de estos animales estaba reservada a los colonos europeos. Pero los poderosos caciques indígenas en algunas ocasiones podían solicitar licencias para criarlos. Un documento escrito conservado en el ramo Tierras del AGN fechado de 1789, que recuerda un documento más antiguo datado de 1642, podría aclarar la presencia de este animal. Este texto indica que *“El pueblo de Tzacapo con los demas anecsos, con arreglamiento a sus títulos tienen y poseen diez y siete sitios de ganado mayor cuyos puestos nombran: Tzacapundecua, Uharijo, Harumbecuario, Pharamuro, Cuharum, YnllhaTzo, Anazihuacuaro, Tziquimeo, Cahachan, Huarrihguaranii, Catzunin, Cahurio, Apundharo, Huanauco, Tarapacutiro, Anchehuacuaro y Acuchangaro [...]”* (AGN, Tierras, vol. 2627, exp. 2, f. 409).

Este documento no indica si la estancia de ganado mayor se encontraba en mano de un cacique o de la comunidad, tampoco indica cuando se otorgó esta licencia. No se encontró el documento original, es posible que la licencia nunca se haya registrado, o bien que el documento haya desaparecido. Otra hipótesis tiene que tomarse en cuenta: la obtención de este producto podría resultar de intercambio con productores europeos. En efecto, la prerrogativa española acerca del derecho de la ganadería bovina no se extendía a su consumo, así los naturales podían comer vacas, aún si no tenían derecho de criarlas. Durante la época colonial, fueron

numerosos los caciques que mantuvieron vínculos estrechos con los colonos, comprando o vendiendo propiedades, por ejemplo, por lo tanto, no sería extraño que algunos hayan intercambiado productos cárnicos con ellos.

La presencia de sólo dos animales y la imposibilidad de fechar el depósito con mayor precisión no permite hablar estrictamente de una transformación de la dieta de estas poblaciones. En efecto, no se puede descartar la tesis de un acontecimiento excepcional. De esta manera, el consumo de vaca y oveja podría ser el resultado de un banquete celebrado tras un intercambio con españoles o para imitar los poderes coloniales. En todo caso, el consumo de bovino es un signo de prestigio y revela un cierto estatus social. Además, la vaca es un individuo bastante joven, de menos de dos años, lo que garantiza una carne de mejor calidad que un animal adulto y un uso exclusivo: no se trata de un individuo previamente aprovechado para la producción de leche o su fuerza de trabajo. Así, el habitante de la estructura 039 era sin lugar a duda un personaje de alto nivel social y de poder.

La ausencia de los puercos en el corpus óseo genera otro eje de discusión. La cría de estos animales era permitida a los naturales y sobre todo fue el primer animal a vocación alimenticia, introducido en el reino de Michoacán, desde 1521 (Alcalá, 2000: 660). Además, a partir de los años 1530, Juan Infante tenía importantes crías de cerdos en Comanja, pueblo ubicado a menos de 15 km de Zacapu (Yokoyama, 1994: 45). La introducción temprana de este animal en Michoacán y su desarrollo rápido no se reflejan en las “ventanas arqueológicas” abiertas en el sitio Mich.415-Las Iglesias. Esta ausencia podría resultar de la casualidad de la muestra, puesto que solo 8m² de los casi 30 m² de la terraza han sido excavados.

Finalmente, cabe subrayar que, en el estado de la investigación, es imposible afirmar que el conjunto de la población tenía acceso a este producto cárnico. El material procedente de las temporadas 2017, todavía en proceso de estudio, muestra elementos preliminares de comparación. Otra vivienda de alto nivel social, ubicada en la esquina noroeste de la plaza central, también puso de manifiesto la presencia de ganado europeo. En cambio, en un sondeo implantado al exterior de una residencia humilde ubicada en la periferia este del pueblo, no se encontraron restos óseos. Sin embargo, esta última operación tiene una superficie limitada y presenta una estratigrafía muy erosionada, por lo tanto, los resultados deben de tomarse con mucha precaución.

La ausencia de huesos de venado en esta muestra también llama la atención. Este animal está presente en la dieta de las poblaciones de la cuenca de Zacapu durante el periodo prehispánico (Manin et al, 2015, Manin y Lefèvre, 2016). Por lo tanto, sería aventurado afirmar que estos animales dejan de cazarse en beneficio del ganado europeo. Lo más probable es que esto responda al tamaño pequeño de la muestra.

Conclusiones

La primera fase del estudio arqueológico del sitio Mich.415-Las Iglesias proporciona un balance preliminar de la economía doméstica indígena e informaciones interesantes acerca de la evolución de dieta en una comunidad

mesoamericana rural en la época novohispana temprana. Los vestigios arquitectónicos y la alfarería revelaron que este pequeño asentamiento, identificado como San Andrés Cuarum, un pueblo de indios sujeto a Santa Ana Zacapu, presenta una ocupación breve, desde las primeras décadas de la colonia hasta finales del siglo XVI. La unidad de trabajo 143, que fue excavada a un lado de la estructura 039 - un complejo habitacional sofisticado asociado a un material arqueológico fino y rico que atestigua el alto nivel social de sus ocupantes -, reveló la presencia de una gran cantidad de fragmentos óseos y cerámicos, que concuerdan sin lugar a duda con una zona de basurero doméstico, lo cual representa un contexto idóneo para entender la evolución de la dieta cárnica indígena.

El estudio arqueozoológico de los restos exhumados en la Unidad de Trabajo 143 demuestra que las comunidades, o por lo menos su elite, fueron rápida impactadas por la Conquista española y la introducción del ganado europeo. Los restos animales cuentan con huesos de oveja y de vaca. Si bien el ganado menor (cabras y ovejas) era criado por los indios - y desde luego consumido localmente -, el presente estudio también demuestra que a pesar de la prohibición de tener ganado mayor (bovino) impuesta a los indígenas, estos últimos, o por lo menos los miembros de la elite indígena, podían procurarse animales para consumirlos, y por si fuera poco jóvenes. Por el tamaño pequeño de la muestra, es imposible afirmar si la presencia de estos animales responde a una transformación de la dieta indígena o si este depósito resulta de un evento excepcional, como un banquete destinado a impresionar los españoles, o para imitar los poderes coloniales.

La ausencia de huesos de perros y de guajolotes identificados en el basurero podría indicar una substitución de estos animales domésticos en beneficio de los importados del “viejo mundo”, sin embargo, este dato tiene que tomarse con mucha precaución debido al pequeño tamaño de la “ventana arqueológica” abierta, desde entonces su ausencia podría resultar de la casualidad de la muestra. En cambio, con certeza no reemplaza la captura de animales salvajes, directamente vinculado al aprovechamiento del entorno directo. A este respecto, cabe subrayar la ausencia de venado, animal comúnmente encontrado en los sitios arqueológicos prehispánicos de la región, pero otra vez eso podría responder al tamaño pequeño de la muestra.

Ahora bien, si este primer análisis permite identificar evoluciones en la dieta indígena, será necesario complementar el estudio para confrontar estas primeras observaciones y, sobre todo, identificar si esta transformación afecta al conjunto de la población de la misma manera, temporalmente.

Agradecimientos: El presente manuscrito es una versión revisada y ampliada de la ponencia titulada "A Mesoamerican rural community in early Nueva España: the impact of European agropastoral practices on the indigenous diet" presentada por las autoras en el marco del coloquio Rural History, en Leuven (Bélgica) en septiembre de 2017. La investigación se realizó en el marco del Proyecto Uacúsecha dirigido por el Dr. Gregory Pereira (CNRS-CEMCA) y del Proyecto PAPIIT IA400718 "Los procesos de la colonización española en el medio rural: impactos sobre la sociedad y el paisaje", y recibió el apoyo del programa europeo Marie Skłodowska-Curie (IF-ST-2016-748679).

Declaración de disponibilidad de datos

Los trabajos de campo llevado a cabo en el sitio Mich.415-Las iglesias fueron realizados con la autorización del Consejo de Arqueología del INAH (México). Los informes de trabajo de campo fueron aprobados por esta institución, y se encuentran disponible en el archivo del INAH.

El material arqueológico está conservado en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM, campus Morelia.

Referencias Bibliográficas

Alcalá J. de (2000): *Relación de Michoacán*. Franco Mendoza M. (coord.), El colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, México.

Álvarez-Cienfuegos FJ (1998): La conquista ecológica: el maíz ante el trigo. In: R. Escobedo Mansilla, A. de Zaballa Beascochea y O. Álvarez Gila (eds.), *Alimentación y gastronomía: cinco siglos de intercambios entre Europa y América*, Asociación Española de Americanistas, Newbook Ediciones: 43-52.

Barone R (1976): *Anatomie des mammifères domestiques, tome 1: Ostéologie*, Paris: Vigot Frères

Behrensmeyer AK (1978): Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2): 150-162.

Binford LR (1978): *Nunamiut ethnoarchaeology*, New York: Academic Press.

Bochenski ZM, Tomek T (2009): *A key for the identification of domestic birds bones in Europe: preliminary determination*, Kraców: Institute of Systematic and evolution of animals, Polish academy of sciences.

Corona-M E (2012): Patrones faunísticos en dos sitios post-conquista de la cuenca de México. *Etnobiología* 10 (2): 20-27.

Costamagno S, Théry-Parisot T, Brugal J-P, Guibert R (2005): Taphonomic consequences of the use of bones as fuel. Experimental data and archaeological applications. In T O'Connor (ed), *Biosphere to lithosphere. New studies in vertebrate taphonomy*, Oxbows Books Limited: 51-62.

Crosby AW (2003): *The Columbian Exchange. Biological and cultural consequences of 1492*, Westport: Praeger.

Deagan K (1995): *Puerto Real: the archaeology of a sixteenth-century Spanish town in Hispaniola*, Gainesville: University Press of Florida.

- Deagan K (1988): The archaeology of the Spanish Contact Period in the Caribbean. *Journal of World Prehistory*, 2(2): 187-233.
- Deagan K, Cruxent JM (2002a): *Columbus's Outpost among the Taínos: Spain and America at La Isabela, 1493-1498*, Yale University Press.
- Deagan K, Cruxent JM (2002b): *Archaeology at La Isabela: America's First European Town*, Yale University Press.
- deFrance SD (2003): Diet and provisioning in the High Andes: a spanish settlement on the outskirts of Potosi, Bolivia. *International Journal of Historical Archaeology*, 7(2): 99-125.
- deFrance SD (1996): Iberian foodways in the Moquegua and Torata valleys of Southern Peru. *Historical Archaeology*, 30(3): 20-48.
- deFrance SD, Craig AH (2008): Labor, population movement, and food in sixteenth-century Ek Balam, Yucatan. *Latin American Antiquity*, 19(3): 299-316.
- Doolittle WE (1987): Las Marismas to Pánuco to Texas: The transfer of open range cattle ranching from Iberia through northeastern Mexico. *Conference of Latin Americanist Geographers Yearbook*, 13: 3-11.
- Elbroch M (2006): *American skulls, a guide to North American species*, Mechanicsburg: Stackpole Books.
- Fournier P, Blackman MJ, Bishop RL (2007): Los alfareros purépechas de la Cuenca de Pátzcuaro: Producción, intercambio y consumo de cerámica vidriada durante la época virreinal. In P Fournier, W Wiesheu, TH Charlton (coords.), *Arqueología y complejidad social*, México, Programa del Mejoramiento del Profesorado, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes: 95-221.
- Flores Villela OA (1993): *Herpetofauna mexicana* Special Pu., Pittsburgh: Carnegie Museum of Natural History.
- Flores Villela OA, Canseco Márquez L (2008): Catálogo taxonómico de especies de México, Reptiles. In S Ocegueda, J Llorente-Bousquets (eds). *Capital natural de México*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Florescano E (1986 [1971]): *Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México [1500-1821]*, Lecturas mexicanas. Segunda serie; n°34, México.
- Gillis R, Chaix L, Vigne JD (2011): An assessment of morphological criteria for discriminating sheep and goat mandibles on a large prehistoric archaeological assemblage (Kerma, Sudan). *Journal of Archaeological Science*, 38(9): 2324-2339.

- González Méndez V (1968): Un documento sobre Zacapu. *Anales del Museo Michoacano* (3a época) 6: 164-177.
- Götz CM (2008): Coastal and inland patterns of faunal exploitation in the prehispanic northern Maya lowlands. *Quaternary International*, 191(1): 154-169.
- Haruda AF (2017): Separating Sheep (*Ovis aries* L.) and Goats (*Capra hircus* L.) using geometric morphometric methods: an investigation of astragalus morphology from Late and Final Bronze Age Central Asian contexts. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(4): 551-562.
- Hillson S (2005): *Teeth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lefebvre K (2017a): La toponimia frente a la arqueología y a la historia, aportes sobre la ocupación de la región de Acámbaro al momento de la Conquista. In K Lefebvre, C Paredes Martínez (coord.) *La memoria de los nombres*, CIGA-UNAM.
- Lefebvre K (2017b): De lo efímero a lo perdurable, el sello de la religión cristiana en el paisaje: el sistema constructivo de los edificios religiosos primitivos. *Relaciones, Estudios de Historia y Sociedad*, Colegio de Michoacán. vol.152, vol. XXXVIII: 179-215.
- Lister FC, Lister RH (1982): *Sixteenth Century Maiolica Pottery in the Valley of Mexico*. Anthropological Papers of the University of Arizona 39. The University of Arizona Press.
- Lyman RL (2008): *Quantitative Paleozoology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lyman RL (1994): *Vertebrate taphonomy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lyman RL (1994b): Quantitative units and terminology in zooarchaeology. *American Antiquity*, 59(1): 36-71.
- Manin A (2015): *Utilisation matérielle et symbolique des animaux dans le nord de la Mésoamérique entre le Classique et la Conquête (200-1521 apr. J.-C.)*. Tesis de doctorado, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Manin A, Corona-M E, Alexander M, Craig A, Thornton E, Yang DY, Richards M, Speller CF (2018): Diversity of management strategies in Mesoamerican turkeys: archaeological, isotopic and genetic evidence. *Royal Society Open Science*, 4: 171613.
- Manin A, Lefèvre C (2018): Uso material y simbólico de los animales en Vista Hermosa. In C Stresser-Péan (coord). *Vista Hermosa. Nobles, artesanos y mercaderes en los confines del mundo huasteco. Estudio arqueológico de un sitio posclásico tardío del municipio de Nuevo Morelos, Tamaulipas, México*. vol.3. México: Secretaría de Cultura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Museo Nacional de Antropología, Fundación Stresser-Péan, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.

- Manin A, Lefèvre C (2016): The use of animals in Northern Mesoamerica, between the Classic and the Conquest (200-1521 AD). An attempt at regional synthesis on central Mexico. *Anthropozoologica*, 51(2): 127-147.
- Manin A, Pereira G, Lefèvre C (2015): El uso de los animales en una ciudad tarasca posclásica: estudio arqueozoológico del sitio de Malpaís Prieto (Michoacán, México). *Archaeobios*, 1(9): 28-42.
- Medina-Aguilar O, Alvarado-Díaz J, Suazo-Ortuño I (2011): Herpetofauna de Tacambaro, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1194-1202.
- Melville E (1997 [1994]): *A Plague of Sheep: Environmental Consequences of the Conquest of Mexico*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mengoni G (1988): Análisis de materiales faunísticos de sitios arqueológicos. *Xama*, 1: 71-120.
- Migeon G (2016): *Patrones de asentamiento del Malpaís de Zacapu (Michoacán, México) y de sus alrededores en el Posclásico*, BAR International Series, Paris Monographs in American Archaeology.
- Morin E, Soulier MC (2017): New criteria for the archaeological identification of bone grease processing. *American Antiquity*, 82(1): 96-122.
- Munro ND, Bar-Oz G (2005): Gazelle bone fat processing in the Levantine Epipalaeolithic. *Journal of Archaeological Science*, 32(2): 223-239.
- Nebot García E (2011): La vajilla y el banquete: sociedad y alimentación virreinal según un estudio de caso. *Boletín de Monumentos Históricos*, No. 20, Tercera Época: 165-186.
- Nebot García E (2012): Materiales arqueológicos recuperados a un costado de la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista Española de Antropología Americana*, 42(1): 45-62.
- Olsen S (1964): Mammals remains from archaeological sites. Part 1: Southeastern and Southwestern United States. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, 56(1): 1-162.
- Pereira G et al, (2016): *Proyecto Uacúsecha: Informe técnico sobre los trabajos de campo llevados a cabo en Malpaís de Zacapu y áreas vecinas, Michoacán. temporada 8 (2015-16)*, Informe científico I.N.A.H., México.
- Pérez-Ponce de León G, Jiménez-Ruiz FA, Mendoza-Garfias B, García-Prieto L (2001): Helminth parasites of Garter Snakes and Mud Turtles from several localities of the Mesa Central of Mexico. *Comparative Parasitology*, 67 (1): 9-20.

- Pollard H (1982): Ecological variation and economic exchange in the Tarascan State. *American Ethnologist*, 9(2): 250-268.
- Ramírez Ruiz M (2006): Territorialidad, pintura y paisaje del pueblo de Indios. In Fernández Christlieb F, AJ García Zambrano, *Territorialidad y paisaje en el Altepétl del siglo XVI*, Fondo de Cultura Económica, México: 168-230.
- Ramírez Ruiz M, Fernández Christlieb F (2006): La policía de los indios y la urbanización del altepetl. In Fernández Christlieb F, AJ García Zambrano, *Territorialidad y paisaje en el Altepétl del siglo XVI*, Fondo de Cultura Económica, México: 114-167.
- Reitz EJ (1992): The Spanish Colonial experience and domestic animals. *Historical Archaeology*, 26: 84-91.
- Reitz EJ, Ruff B (1994): Morphometric data for cattle from North America and the Caribbean Prior to the 1850. *Journal of Archaeological Science*, 21: 699-713.
- Sluyter A (2004): Los orígenes ecológicos y las consecuencias de la ganadería en la Nueva España durante el siglo XVI. En J Velasco Toro, D. Skerritt Gardner (eds. and trans.), *De las Marismas del Guadalquivir a la Costa de Veracruz: Cinco perspectivas sobre cultura ganadera*, Xalapa, México: Universidad Veracruzana and Instituto de la Cultura de Veracruz: 14-37.
- Speller CF, Burley DV, Woodward RP, Yang DY (2013): Ancient mtDNA analysis of Early 16th century Caribbean cattle provides insight into founding populations of New World Creole cattle breeds. *PLoS ONE*, 8(7), p.e69584.
- Sugiyama N, Valadez Azúa R, Rodríguez Galicia B (2017): Faunal acquisition, maintenance and consumption: how the Teotihuacanos got their meat. *Archaeological and Antropological Science*, 9(1): 61-81.
- Suñe Blanco B (1998): La alimentación en el área maya: innovaciones y adaptaciones en el siglo XVI. En R Escobedo Mansilla, A de Zaballa Beascochea, O Álvarez Gila (eds.) *Alimentación y gastronomía: cinco siglos de intercambios entre Europa y América*, Asociación Española de Americanistas, Newbook Ediciones: 37-42.
- Warinner C, Robles-Garcia N, Spores R, Tuross N (2012): Disease, demography, and diet in early colonial New Spain: investigation of a sixteenth-century Mixtec cemetery at Teposcolula Yucundaa. *Latin American Antiquity*, 23(4): 467-489.
- Yokoyama W (1994): La familia Infante: los primeros colonizadores y la formación de la sociedad criolla novohispana. *Tzintzun*, 19: 43-62.
- Zeder MA, Lapha HA (2010): Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in sheep, Ovis, and goats, Capra. *Journal of Archaeological Science*, 37(11): 2887-2905.

Zubieta Rojas T, Medina Nava M, Segura García V (2004): *Ficha informativa de los Humedales de Ramsar: Laguna de Zacapu*, Informe RAMSAR no publicado.



ARTÍCULOS DE REVISIÓN



Bioarchaeology to bring back scents from extinct plants - Review

Gabriel Dorado ¹, Fernando Luque ², Plácido Pascual ³, Inmaculada Jiménez ⁴,
Francisco Javier S. Sánchez-Cañete ⁵, Patricia Raya ⁶, Jesús Sáiz ⁷, Adela Sánchez ⁷,
Teresa E. Rosales ⁸, Víctor F. Vásquez ⁸, Pilar Hernández ⁹

¹ Author for correspondence, Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: <bb1dopeg@uco.es>; ² Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; ³ Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 14004 Córdoba; ⁴ IES Puertas del Campo, Avda. San Juan de Dios 1, 51001 Ceuta; ⁵ EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (Córdoba); ⁶ Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁷ Dep. Farmacología, Toxicología y Medicina Legal y Forense, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal, s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁸ Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoeológicas Andinas Arqueobios, Apartado Postal 595, Trujillo (Peru); ⁹ Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba.

Abstract

The union of classical archaeology with biology, in general, and molecular biology, in particular, is reaching goals that were considered impossible just a few years ago. That has been possible thanks to the development of technologies like first-, second- and third-generation sequencing of nucleic acids. Among bioarchaeology challenges is de-extinction of ancient species. That represents huge technological challenges. Ethical issues and excessive costs should be also taken into consideration. So far, it has been possible to clone ancient genes, like the ones encoding scents from extinct plants. They include Wynberg conebrush (*Leucadendron grandiflorum*), Maui's mountain-hibiscus (*Hibiscadelphus wilderianus*) and Falls-of-the-Ohio scurfpea (*Orbexilum stipulatum*). Thus, synthetic biology has been exploited to clone genes encoding enzymes catalyzing biosynthesis of scent molecules, like terpenes. They have been expressed in yeasts, producing ancient fragrances. This is just an exciting example of the potential of this technology.

Key words: revivalism, resurrection, ancient DNA, aDNA, bioinformatics, Jurassic Park.

Resumen

La unión de la arqueología clásica con la biología, en general, y la biología molecular, en particular, está alcanzando objetivos que eran considerados imposible hace tan solo unos años. Ello ha sido posible gracias a el desarrollo de tecnologías como la secuenciación de ácidos nucleicos de primera, segunda y tercera generación. Entre los retos de la bioarqueología se encuentra la des-extinción de especies antiguas. Ello representa grandes retos tecnológicos. Los aspectos éticos y costes excesivos también deben tenerse en cuenta. Hasta el momento, ha sido posible clonar genes antiguos, como los que codifican aromas de plantas extintas. Estas incluyen el arbusto de piña Wynberg (*Leucadendron grandiflorum*), el hibisco de montaña de Maui (*Hibiscadelphus wilderianus*) y el guisante escamoso de las Cascadas de Ohio (*Orbexilum stipulatum*). De este modo, la biología sintética ha sido explotada para clonar genes codificantes de enzimas que catalizan la biosíntesis de moléculas aromáticas, como los terpenos. Han sido expresados en levaduras, produciendo fragancias antiguas. Esto es, nada más y nada menos que un ejemplo excitante del potencial de esta tecnología.

Palabras clave: avivamiento, resurrección, ADN antiguo, ADN a, bioinformática, Parque Jurásico.

Introduction

Archaeology studies ancient remains and bioarchaeology the ones related to biological entities. Initially, those remains could be studied using morphological and analytical approaches, including anatomical, isotopic, mathematical and statistical ones. Fortunately, technological breakthroughs in molecular biology have allowed quantum leaps in this fascinating research topic (Linderholm, 2016). Thus, the development of first-generation sequencing (FGS) allowed to read ancient DNA (aDNA) for the first time. That was accomplished using a traditional molecular cloning approach. This way, aDNA was isolated and ligated into *gt10* vector. Such recombinant DNA was used to transform *Escherichia coli* cells, effectively amplifying it in vivo (Higuchi et al, 1984). Yet, that is a tedious and time-consuming methodology. A much faster and convenient in vitro DNA amplification was first described with exquisite detail later on (Kleppe et al, 1971; Panet and Khorana, 1974). Nevertheless, they considered it not viable, due to methodological limitations at the time. Fortunately, the same methodology was reinvented and popularized 14 years later, with the name of polymerase chain-reaction (PCR). It was erroneously considered as a low-relevance “methods paper” and rejected by *Nature* journal, being eventually published in *Science* magazine (Saiki et al, 1985). Such technology allowed to amplify and sequence aDNA in a quick and convenient way, without requiring previous in vivo molecular cloning approaches. Additionally, second-generation sequencing (SGS) increased throughput and reduced overall pricing, allowing to sequence ancient genomes for the first time. That included the Neanderthal one (Green et al, 2010). Third-generation sequencing (TGS) allows to sequence single-molecules, without requiring previous amplification. Such revolution has been applied to study ancient DNA, like the one isolated from a Pleistocene horse bone (Orlando et al, 2011), and could be potentially used to sequence even ancient RNA (aRNA) (Dorado et al, 2007-2018).

One of the challenges in bioarchaeology is the so-called de-extinction (sometimes called revivalism or resurrection) of extinct species. That is a highly complex task, involving huge technological challenges (O'Connor, 2015; Campagna et al, 2017; Corlett, 2017; Dorado et al, 2017; Iacona et al, 2017; McCauley et al, 2017; Robert et al, 2017; Shapiro, 2017; Steeves et al, 2017). It also has legal and ethical implications in some instances, including environmental risks like loss of biodiversity and animal welfare issues, besides excessive costs (IUCN/SSC, 2013; Seddon et al, 2014; Bennett et al, 2017; Wagner et al, 2017; Tanentzap and Smith, 2018). There are different steps and approaches in such general topic of bringing back to life something from the past. That includes cloning and expressing ancient genes (Thornton, 2004; Garcia and Kacar, 2019), like the ones encoding scents or fragrances from extinct plants (Jacobsen, 2019).

Cloning approaches

Traditional laboratory equipment requires many molecules in order to analyze them. There are several cloning approaches to reach the goal of molecule production. The first one is known as molecular cloning, as described above. Typically, it involves generating competent prokaryotic cells, like the ones of *Escherichia coli* or *Lactobacillus* spp bacteria. Eukaryotic cells can also be transformed, like *Pichia pastoris* and brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Furthermore, plants can be regenerated from a single transformed cell using *Agrobacterium* spp. When the plant species cannot be transformed that way, other methodologies involving

electroporation and biobalistic o biolistic (“gene gun”) methods can be used. In the case of animals, DNA fragments can be injected into cells to transform them. Somatic cells can be immortalized and somatic stem cells can be differentiated. Germinal cells, like ovules, can produce a complete organism. These in vivo cloning strategies have the added advantage of allowing characterization of gene expression. Curiously, they were greatly improved and sometimes even replaced with in vitro methodologies, like PCR and isothermal amplification. They reduced effort, time, and cost to produce large quantity of required molecules. This way, it is now possible to easily amplify DNA fragments, including desired genes of ancient remains, provided that nucleic acids with enough quality are isolated from them. Indeed, the threshold detection is one molecule for in vitro amplification methodologies.

Extinct plant species with potential scent interest

Extinct plant species with potential fragrance interest include Wynberg cone-bush (*Leucadendron grandiflorum*) from South Africa, as well as two from the United States of America (USA): Maui’s mountain-hibiscus (*Hibiscadelphus wilderianus*) from Hawaii; and Falls-of-the-Ohio scurfpea or largestipule leather-root from Indiana (*Orbexilum stipulatum*). Wynberg-cone-bush was extinct in 1806 (Fig 1).



Figure 1. Wynberg cone-bush. © 2019 tonyrebelo, iNaturalist Network <<https://www.inaturalist.org>>, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

On the other hand, Maui's mountain-hibiscus became extinct later on, in 1912 (Fig 2).



Figure 2. Maui's mountain-hibiscus. © 2019 Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Department of Botany <<https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/>>, iNaturalist Network <<https://www.inaturalist.org/>>, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org/>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org/>>.

Finally, Falls-of-the-Ohio scurfpea was a legume endemic of a few rocky islets of the Ohio river, which were drowned by dams in the 1920 decade (Fig 3).



Figure 3. Falls-of-the-Ohio scurfpea. © 2019 Charles Wilkins Short (The Philadelphia Herbarium at the Academy of Natural Sciences <<http://ph.ansp.org>>), Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

Cloning, expression and characterization of scents from extinct plants

Synthetic biology can be exploited to bring back fragrances from extinct plants. Ancient specimens are usually precious and scarce. Thus, only small amounts of them are usually available for the destructive process of DNA isolation. Fortunately, current methodologies allow to sequence tiny amounts of DNA. This way, it is possible to identify genes encoding enzymes catalyzing biosynthesis of scent molecules, including terpenes (Priya et al, 2018), like sesquiterpene synthases (SQS). Yet, ancient DNA is usually degraded, so only short stretches of DNA may be generated. Lucky, some of such genes from some living species have been already

sequenced. They can be used as reference to assemble reads from ancient DNA sequencing, generating the corresponding contigs through bioinformatics workflows.

That should allow to generate complete gene sequences, without gaps or ambiguities (in the best scenario). Unfortunately, that is not usually expected when sequencing aDNA, due to both physical and chemical degradation of nucleic acids (Allentoft et al, 2012; Dorado et al, 2013; Linderholm, 2016). Therefore, reference genes should be used to overcome these hurdles. Reconstructed ancient genes are then chemically generated with traditional DNA synthesizers (based on chemical reactions), or the new revolutionary DNA printers [like the ones based on biochemical reactions, using terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT) enzymes], and ligated into expression vectors. The latter can be plasmids, that are used to transform competent prokaryotic or eukaryotic cells, as shown above. Transformed cells can grow and express cloned genes, biosynthesizing scent molecules. They can be identified with different analytical methods, like gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) (Begnaud and Chaintreau, 2016) (Fig. 4).

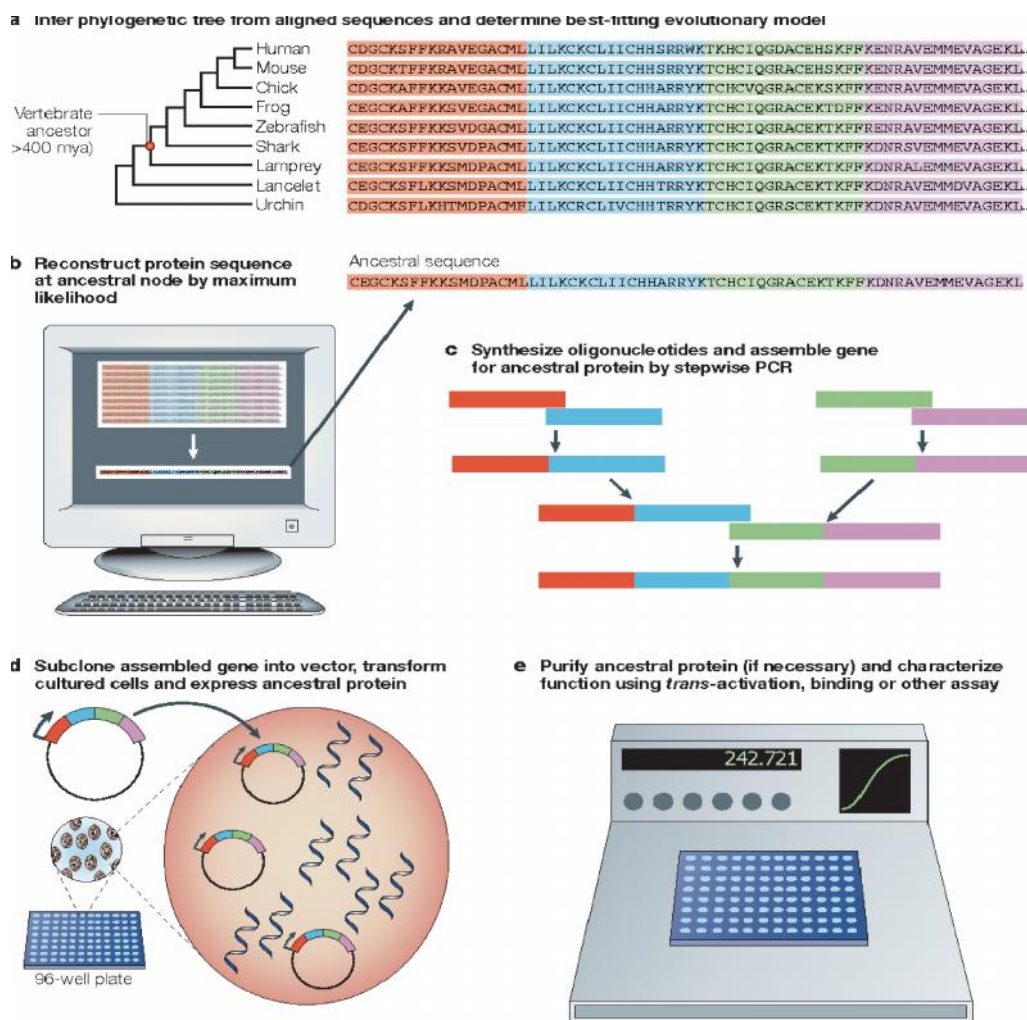


Figure 4. Cloning ancient genes. If possible, ancient DNA is sequenced. If required, ancient genes are reconstructed using reference ones from living species. Chosen genes are synthesized and cloned into microorganisms, which express them, producing ancient proteins. © 2019 Springer Nature Publishing (Thornton, 2004). See also specific example of cloning ancient scent genes at <https://static.scientificamerican.com/sciam/assets/Image/2019/saw0219Jaco31_d.png> (Jacobsen, 2019).

Concluding remarks and future prospects

Bringing back fragrances of extinct plants is just one example of the power of bioarchaeology, linking archaeology with biology, in general, and molecular biology, in particular. Other examples may involve diverse genes of interest. Additionally, the prospect of sequencing aRNA (including ancient transcriptomes) using TGS is provocative and exciting. Most challenging will be bringing to life extinct species. Work is currently being carried out to accomplish such a goal with some species (Dorado et al, 2017). They include the passenger pigeon (*Ectopistes migratorius*) and the woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*). Yet such possibility has raised concerns and questions, as pointed out in the “Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations”, being published by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) <<https://www.iucn.org>> and Species Survival Commission (SSC) <<https://iucn-ctsg.org>>. For instance, de-extinction can be considered an ecological enrichment involving conservation translocation. Therefore, risks associated with species reintroduction must be taken into account, in order to prevent unsuitable reintroduced candidates (IUCN/SSC, 2013; Seddon et al, 2014; Adams, 2017; Sandler, 2017a, b; Wagner et al, 2017; Browning, 2018; Novak, 2018; Tanentzap and Smith, 2018). Indeed, the ecosystem in which such species became extinct (for instance, Siberia with woolly mammoths, thousands of years ago) may be quite different from the current one, with different environmental conditions and species. Putative dangers of de-extinctions were popularized with the *Jurassic Park* science-fiction novel (Crichton, 1990), adapted by a film franchise (Spielberg, 1993-2021), in relation to dinosaurs and other reptiles. Today we know that such a goal is science fiction, since such old nucleic acids are completely degraded beyond recovery (Allentoft et al, 2012; Dorado et al, 2013; Linderholm, 2016). But it highlights this topic in an entertaining way, and thus has captured people’s imagination for decades.

Acknowledgements. Supported by “Ministerio de Economía y Competitividad” (MINECO grant BIO2015-64737-R) and “Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria” (MINECO and INIA RF2012-00002-C02-02); “Consejería de Agricultura y Pesca” (041/C/2007, 75/C/2009 and 56/C/2010), “Consejería de Economía, Innovación y Ciencia” (P11-AGR-7322 and P12-AGR-0482) and “Grupo PAI” (AGR-248) of “Junta de Andalucía”; and “Universidad de Córdoba” (“Ayuda a Grupos”), Spain.

References

- Adams WM (2017): Geographies of conservation I: De-extinction and precision conservation. *Progress Human Geography* 41: 534-545.
- Allentoft ME, Collins M, Harker D, Haile J, Oskam CL, Hale ML, Campos PF, Samaniego JA, Gilbert MT, Willerslev E, Zhang G, Scofield RP, Holdaway RN, Bunce M (2012): The half-life of DNA in bone: measuring decay kinetics in 158 dated fossils. *Proc Biol Sci* 279:4724-4733.
- Begnaud F, Chaintreau A (2016): Good quantification practices of flavours and fragrances by mass spectrometry. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci* 374: 20150365 (14 pp).
- Bennett JR, Maloney RF, Steeves TE, Brazill-Boast J, Possingham HP, Seddon PJ (2017): Spending limited resources on de-extinction could lead to net biodiversity loss. *Nat Ecol Evol* 1:53 (4 pp).

- Browning H (2018): Won't somebody please think of the mammoths? De-extinction and animal welfare. *J Agr Environ Ethics* 31: 785-803.
- Campagna C, Guevara D, LeBoeuf B (2017): De-scenting extinction: the promise of de-extinction may hasten continuing extinctions. *Hastings Cent Rep* 47 Suppl 2: S48-S53.
- Corlett RT (2017): A bigger toolbox: Biotechnology in biodiversity conservation. *Trends Biotechnol* 35: 55-65.
- Crichton M (1990): "Jurassic Park". Alfred A. Knopf (New York, MY, USA).
- Dorado G, Jiménez I, Rey I, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2013): Genomics and proteomics in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 7: 47-63.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2015): Second-generation nucleic-acid sequencing and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 9: 216-230.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Martín J, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2016): Sequencing ancient RNA in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 10: 103-111.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF (2017): Clustered Regularly-Interspaced Short-Palindromic Repeats (CRISPR) in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 11: 179-188.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2018): Evolution from first hominids to modern humans: philosophy, bioarchaeology and biology - Review. *Archaeobios* 12: 69-82.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF (2009): Ancient DNA to decipher the domestication of dog (REVIEW). *Archaeobios* 3: 127-132.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P, Vásquez VF (2010): Biological mass extinctions on planet Earth (REVIEW). *Archaeobios* 4: 53-64.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2011): Ancient nucleic acids from maize - A review. *Archaeobios* 5: 21-28.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2012): Isotopes in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 6: 79-91

- Dorado G, Sánchez-Cañete FJS, Pascual P, Jiménez I, Luque F, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2014): Starch genomics and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 8: 41-50.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P (2008): Sequencing ancient and modern genomes (REVIEW). *Archaeobios* 2: 75-80.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Vega JL (2007): Archaeology meets Molecular Biology (REVIEW). *Archaeobios* 1: 1-2.
- Garcia AK, Kacar B (2019): How to resurrect ancestral proteins as proxies for ancient biogeochemistry. *Free Radic Biol Med* (in press).
- Green RE, Krause J, Briggs AW, Maricic T, Stenzel U, Kircher M, Patterson N, Li H, Zhai W, Fritz MH, Hansen NF, Durand EY, Malaspina AS, Jensen JD, Marques-Bonet T, Alkan C, Prufer K, Meyer M, Burbano HA, Good JM, Schultz R, Aximu-Petri A, Butthof A, Hober B, Hoffner B, Siegemund M, Weihmann A, Nusbaum C, Lander ES, Russ C, Novod N, Affourtit J, Egholm M, Verna C, Rudan P, Brajkovic D, Kucan Z, Gusic I, Doronichev VB, Golovanova LV, Lalueza-Fox C, de la Rasilla M, Fortea J, Rosas A, Schmitz RW, Johnson PL, Eichler EE, Falush D, Birney E, Mullikin JC, Slatkin M, Nielsen R, Kelso J, Lachmann M, Reich D, Paabo S (2010): A draft sequence of the Neandertal genome. *Science* 328: 710-722.
- Higuchi R, Bowman B, Freiberger M, Ryder OA, Wilson AC (1984): DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature* 312: 282-284.
- Iacona G, Maloney RF, Chades I, Bennett JR, Seddon PJ, Possingham HP (2017): Prioritizing revived species: what are the conservation management implications of de-extinction? *Funct Ecol* 31: 1041-1048.
- IUCN/SSC (2013): "Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations". Version 1.0. International Union for the Conservation of Nature (IUCN) and Species Survival Commission (SSC); Gland (Switzerland).
- Jacobsen R (2019): Ghost flowers. *Scientific American* 320: 30-39.
- Kleppe K, Ohtsuka E, Kleppe R, Molineux I, Khorana HG (1971): Studies on polynucleotides. XCVI. Repair replications of short synthetic DNA's as catalyzed by DNA polymerases. *J Mol Biol* 56: 341-61.
- Linderholm A (2016): Ancient DNA: the next generation – chapter and verse. *Biol J Linn Soc* 117: 150–160.
- McCauley DJ, Hardesty-Moore M, Halpern BS, Young HS (2017): A mammoth undertaking: harnessing insight from functional ecology to shape de-extinction priority setting. *Funct Ecol* 31: 1003-1011.
- Novak BJ (2018): De-extinction. *Genes* 9: E548 (33 pp).
- O'Connor MR (2015): "Resurrection Science: Conservation, De-Extinction and the Precarious Future of Wild Things". St. Martin's Press (New York, NY, USA).

- Orlando L, Ginolhac A, Raghavan M, Vilstrup J, Rasmussen M, Magnussen K, Steinmann KE, Kapranov P, Thompson JF, Zazula G, Froese D, Moltke I, Shapiro B, Hofreiter M, Al-Rasheid KA, Gilbert MT, Willerslev E (2011): True single-molecule DNA sequencing of a Pleistocene horse bone. *Genome Res* 21: 1705-1719.
- Panet A, Khorana HG (1974): Studies on polynucleotides. The linkage of deoxyribopolynucleotide templates to cellulose and its use in their replication. *J Biol Chem* 249: 5213-5221.
- Priya P, Yadav A, Chand J, Yadav G (2018): Terzyme: A tool for identification and analysis of the plant terpenome. *Plant Methods* 14:4 (18 pp).
- Robert A, Thevenin C, Prince K, Sarrazin F, Clavel J (2017): De-extinction and evolution. *Funct Ecol* 31: 1021-1031.
- Saiki RK, Scharf S, Faloona F, Mullis KB, Horn GT, Erlich HA, Arnheim N (1985): Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230: 1350-1354.
- Sandler R (2017a): De-extinction and conservation genetics in the Anthropocene. *Hastings Cent Rep* 47 Suppl 2: S43-S47.
- Sandler R (2017b): De-extinction: Costs, benefits and ethics. *Nat Ecol Evol* 1: 105 (2 pp).
- Seddon PJ, Moehrensclager A, Ewen J (2014): Reintroducing resurrected species: selecting DeExtinction candidates. *Trends Ecol Evol* 29:140-147.
- Shapiro B (2017): Pathways to de-extinction: how close can we get to resurrection of an extinct species? *Funct Ecol* 31: 996-1002.
- Spielberg S (1993-2021): Film franchise of Universal Pictures, based on Jurassic Park science-fiction novel by Michael Crichton.
- Steeves TE, Johnson JA, Hale ML (2017): Maximising evolutionary potential in functional proxies for extinct species: a conservation genetic perspective on de-extinction. *Funct Ecol* 31: 1032-1040.
- Tanentzap AJ, Smith BR (2018): Unintentional rewilding: lessons for trophic rewilding from other forms of species introductions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 373: 20170445 (9 pp).
- Thornton JW (2004): Resurrecting ancient genes: experimental analysis of extinct molecules. *Nat Rev Genet* 5: 366-375.
- Wagner N, Hochkirch A, Martin H, Matenaar D, Rohde K, Wacht F, Wesch C, Wirtz S, Klein R, Lotters S, Proelss A, Veith M (2017): De-extinction, nomenclature, and the law. *Science* 356:1016-1017.

Bioarqueología para recuperar aromas de plantas extintas - Revisión

Gabriel Dorado ¹, Fernando Luque ², Plácido Pascual ³, Inmaculada Jiménez ⁴,
Francisco Javier S. Sánchez-Cañete ⁵, Patricia Raya ⁶, Jesús Sáiz ⁷, Adela Sánchez ⁷,
Teresa E. Rosales ⁸, Víctor F. Vásquez ⁸, Pilar Hernández ⁹

¹ Autor para correspondencia, Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: <bb1dopeg@uco.es>; ² Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; ³ Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 14004 Córdoba; ⁴ IES Puertas del Campo, Avda. San Juan de Dios 1, 51001 Ceuta; ⁵ EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (Córdoba); ⁶ Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁷ Dep. Farmacología, Toxicología y Medicina Legal y Forense, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal, s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁸ Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas Arqueobios, Apartado Postal 595, Trujillo (Peru); ⁹ Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba.

Resumen

La unión de la arqueología clásica con la biología, en general, y la biología molecular, en particular, está alcanzando objetivos que eran considerados imposible hace tan solo unos años. Ello ha sido posible gracias a el desarrollo de tecnologías como la secuenciación de ácidos nucleicos de primera, segunda y tercera generación. Entre los retos de la bioarqueología se encuentra la des-extinción de especies antiguas. Ello representa grandes retos tecnológicos. Los aspectos éticos y costes excesivos también deben tenerse en cuenta. Hasta el momento, ha sido posible clonar genes antiguos, como los que codifican aromas de plantas extintas. Estas incluyen el arbusto de piña Wynberg (*Leucadendron grandiflorum*), el hibisco de montaña de Maui (*Hibiscadelphus wilderianus*) y el guisante escamoso de las Cascadas de Ohio (*Orbexilum stipulatum*). De este modo, la biología sintética ha sido explotada para clonar genes codificantes de enzimas que catalizan la biosíntesis de moléculas aromáticas, como los terpenos. Han sido expresados en levaduras, produciendo fragancias antiguas. Esto es, nada más y nada menos que un ejemplo excitante del potencial de esta tecnología.

Palabras clave: avivamiento, resurrección, ADN antiguo, ADN, bioinformática, Parque Jurásico.

Abstract

The union of classical archaeology with biology, in general, and molecular biology, in particular, is reaching goals that were considered impossible just a few years ago. That has been possible thanks to the development of technologies like first-, second- and third-generation sequencing of nucleic acids. Among bioarchaeology challenges is de-extinction of ancient species. That represents huge technological challenges. Ethical issues and excessive costs should be also taken into consideration. So far, it has been possible to clone ancient genes, like the ones encoding scents from extinct plants. They include Wynberg conebrush (*Leucadendron grandiflorum*), Maui's mountain-hibiscus (*Hibiscadelphus wilderianus*) and Falls-of-the-Ohio scurfpea (*Orbexilum stipulatum*). Thus, synthetic biology has been exploited to clone genes encoding enzymes catalyzing biosynthesis of scent molecules, like terpenes. They have been expressed in yeasts, producing ancient fragrances. This is just an exciting example of the potential of this technology.

Key words: revivalism, resurrection, ancient DNA, aDNA, bioinformatics, Jurassic Park.

Introducción

La arqueología estudia restos antiguos y la bioarqueología los relacionados con entidades biológicas. Inicialmente, esos restos podrían estudiarse utilizando enfoques morfológicos y analíticos, incluidos los anatómicos, isotópicos, matemáticos y estadísticos. Afortunadamente, los avances tecnológicos en biología molecular han permitido grandes avances en este fascinante tema de investigación (Linderholm, 2016). Así, el desarrollo de la secuenciación de primera generación (FGS; del inglés, “First-Generation Sequencing”) permitió leer el ADN antiguo (ADNa) por primera vez. Eso se logró utilizando un enfoque de clonación molecular tradicional. De esta manera, se aisló un ADN y se ligó en el vector λ gt10. Dicho ADN recombinante se usó para transformar células de *Escherichia coli*, amplificándolas efectivamente in vivo (Higuchi et al, 1984). Sin embargo, esa es una metodología tediosa y lenta. Una amplificación de ADN in vitro, mucho más rápida y conveniente, se describió por primera vez con exquisito detalle más adelante (Kleppe et al, 1971; Panet and Khorana, 1974). Sin embargo, lo consideraron no viable, debido a las limitaciones metodológicas de la época. Afortunadamente, la misma metodología se reinventó y popularizó 14 años después, con el nombre de reacción en cadena de la polimerasa (PCR; del inglés, “Polymerase Chain-Reaction”). Fue erróneamente considerado como un artículo metodológico de baja relevancia y rechazado por la revista *Nature*, siendo finalmente aceptado y publicado en la revista *Science* (Saiki et al, 1985). Dicha tecnología permitió amplificar y secuenciar el ADNa de manera rápida y conveniente, sin requerir métodos previos de clonación molecular in vivo. Además, la secuenciación de segunda generación (SGS; del inglés, “Second-Generation Sequencing”) aumentó el rendimiento y redujo los precios finales, permitiendo la secuenciación de genomas antiguos por primera vez. Eso incluyó el de neandertal (Green et al, 2010). La secuenciación de tercera generación (TGS; del inglés, “Third-Generation Sequencing”) permite secuenciar moléculas individuales, sin necesidad de amplificación previa. Dicha revolución se ha aplicado para estudiar el ADN antiguo, como el aislado de un hueso de caballo del Pleistoceno (Orlando et al, 2011), y podría usarse potencialmente para secuenciar incluso el ARN antiguo (ARNa) (Dorado et al, 2007-2018).

Uno de los desafíos en bioarqueología es la llamada des-extinción (a veces llamada “avivamiento” o resurrección) de especies extintas. Esa es una tarea muy compleja, que implica enormes desafíos tecnológicos (O’Connor, 2015; Campagna et al, 2017; Corlett, 2017; Dorado et al, 2017; Iacona et al, 2017; McCauley et al, 2017; Robert et al, 2017; Shapiro, 2017; Steeves et al, 2017). También tiene implicaciones legales y éticas en algunos casos, incluidos riesgos ambientales como la pérdida de biodiversidad y problemas de bienestar animal, además de costes excesivos (IUCN/SSC, 2013; Seddon et al, 2014; Bennett et al, 2017; Wagner et al, 2017; Tanentzap y Smith, 2018). Hay diferentes pasos y enfoques en este tema general de traer algo del pasado a la vida. Eso incluye la clonación y expresión de genes antiguos (Thornton, 2004; Garcia and Kacar, 2019), como los que codifican aromas o fragancias de plantas extintas (Jacobsen, 2019).

Estrategias de clonación

Los equipos de laboratorio tradicionales requieren muchas moléculas para poder analizarlas. Hay varios métodos de clonación para alcanzar el objetivo de producción de moléculas. El primero se conoce como clonación molecular, como se describió anteriormente. Típicamente, involucra la generación de células procarióticas competentes, como las de *Escherichia coli* o *Lactobacillus* spp. Las

células eucarióticas también pueden transformarse, como *Pichia pastoris* y levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Además, las plantas pueden regenerarse a partir de una sola célula transformada utilizando *Agrobacterium* spp. Cuando las especies de plantas no pueden transformarse de esa manera, se pueden usar otras metodologías que involucran métodos de electroporación y biobalísticos o biolísticos (“pistola de genes”). En el caso de los animales, los fragmentos de ADN se pueden inyectar en las células para transformarlos. Las células somáticas pueden inmortalizarse y las células madre somáticas pueden diferenciarse. Las células germinales, como los óvulos, pueden producir un organismo completo. Estas estrategias de clonación in vivo tienen la ventaja adicional de permitir la caracterización de la expresión génica. Curiosamente, se mejoraron en gran medida y, a veces, incluso se reemplazaron con metodologías in vitro, como la PCR y la amplificación isotérmica. Redujeron el esfuerzo, tiempo y coste para producir una gran cantidad de las moléculas requeridas. De esta manera, ahora es posible amplificar fácilmente los fragmentos de ADN, incluidos los genes deseados de restos antiguos, siempre que se aislen de ellos ácidos nucleicos con suficiente calidad. De hecho, el umbral de detección para las metodologías de amplificación in vitro es de una molécula.

Especies de plantas extintas con aromas de interés potencial

Entre las especies de plantas extintas con fragancias de potencial interés se incluyen el arbusto de piña Wynberg (del inglés, “Wynberg conebush”; *Leucadendron grandiflorum*) de Sudáfrica, así como dos de los Estados Unidos de América (EUA): el hibisco de montaña de Maui (del inglés, “Maui’s mountain-hibiscus”; *Hibiscadelphus wilderianus*) de Hawái, y el guisante escamoso de las Cascadas de Ohio o raíz de cuero con estípula larga (del inglés, “Falls-of-the-Ohio scurfpea” o “largestipule leather-root”; *Orbexilum stipulatum*) de Indiana. El arbusto de piña Wynberg se extinguió en 1806 (figura 1).



Por otro lado, el hibisco de montaña de Maui se extinguió más tarde, en 1912 (figura 2).



Figura 2. Hibisco de montaña de Maui. © 2019 Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Department of Botany <<https://collections.nmnh.si.edu/search/botany>>, iNaturalist Network <<https://www.inaturalist.org>>, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

Finalmente, el guisante escamoso de las Cascadas de Ohio era una leguminosa endémica de unos pocos islotes rocosos del río Ohio, que fueron anegados por presas en la década de 1920 (figura 3).



Figura 3. Guisante escamoso de las Cascadas de Ohio. © 2019 Charles Wilkins Short (The Philadelphia Herbarium at the Academy of Natural Sciences <<http://ph.ansp.org>>), Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

Clonación, expresión y caracterización de aromas de plantas extintas

La biología sintética puede ser explotada para traer del pasado fragancias de plantas extintas. Los especímenes antiguos suelen ser preciosos y escasos. Por lo tanto, generalmente suele disponerse de cantidades pequeñas para el proceso destructivo del aislamiento del ADN. Afortunadamente, las metodologías actuales permiten secuenciar cantidades pequeñas de ADN. De esta manera, es posible identificar genes que codifican enzimas que catalizan la biosíntesis de moléculas aromáticas, incluidos los terpenos (Priya et al, 2018), como las sintasas de sesquiterpenos (SQS; del inglés, "SesQuiterpene Synthases"). Sin embargo, el ADN antiguo suele estar degradado, por lo que puede que solo se generen secuencias cortas de ADN. Afortunadamente, algunos de estos genes de algunas especies vivas ya han sido secuenciados. De este modo, se pueden usar como referencia para

ensamblar las lecturas de secuencias de ADN en una secuencia continua no fragmentada (del inglés, “contig”, que es una contracción de “contiguous”), mediante flujos de trabajo bioinformáticos.

Eso debe permitir generar secuencias genéticas completas, sin huecos ni ambigüedades (en el mejor escenario). Desafortunadamente, esto no se esperará generalmente cuando se secuencia ADN. Ello es debido a la degradación física y química de los ácidos nucleicos (Allentoft et al, 2012; Dorado et al, 2013; Linderholm, 2016). Por lo tanto, los genes de referencia deben usarse para superar estos obstáculos. Posteriormente, los genes antiguos reconstruidos se generan químicamente con sintetizadores de ADN tradicionales (basados en reacciones químicas), o las nuevas y revolucionarias impresoras de ADN [como las basadas en reacciones bioquímicas, que utilizan enzimas transferasa terminal de desoxinucleótidos (TdT; del inglés, “Terminal Deoxynucleotidyl-Transferase”)], y se ligan a vectores de expresión. Los últimos pueden ser plásmidos, que se utilizan para transformar células procarióticas o eucariotas competentes, como se muestra arriba. Las células transformadas pueden multiplicarse y expresar genes clonados, biosintetizando moléculas de aromas. Estos pueden identificarse con diferentes métodos analíticos, como la cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) (Begnaud y Chaintreau, 2016) (figura 4).

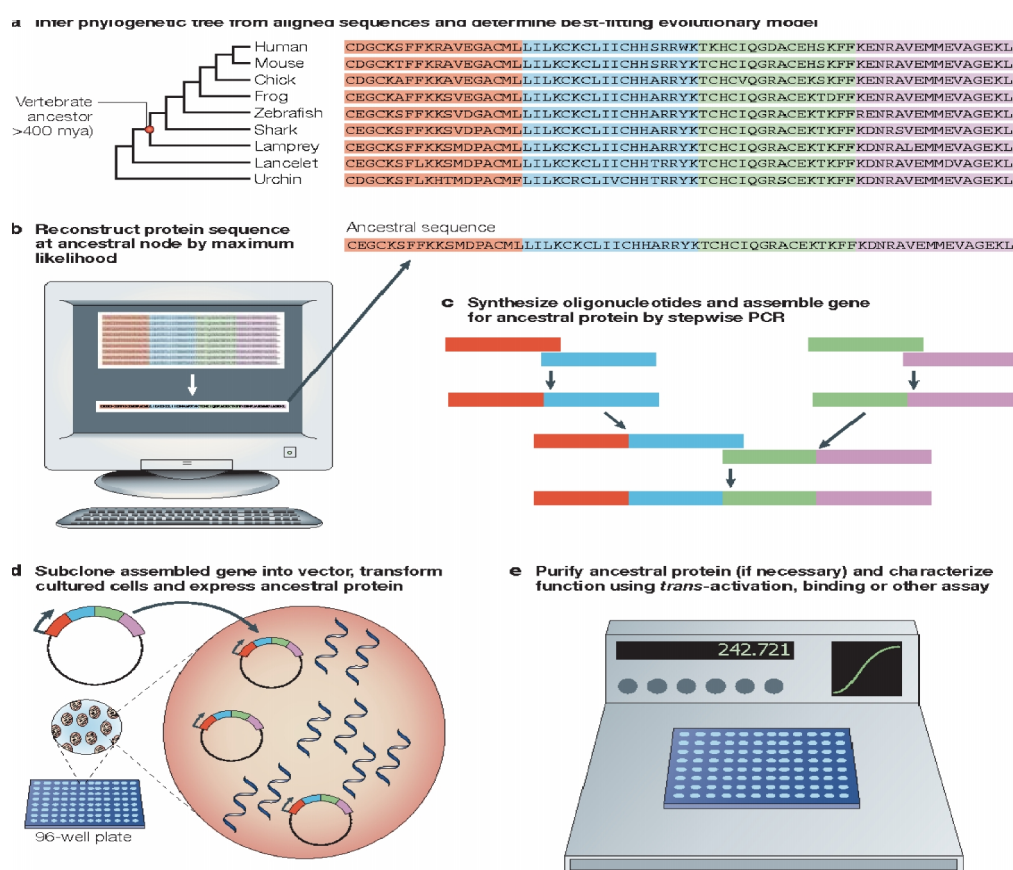


Figura 4. Clonación de genes antiguos. Si es posible, el ADN antiguo es secuenciado. Si se requiere, los genes antiguos son reconstruidos usando los de referencia de especies vivas. Los genes elegidos son sintetizados y clonados en microorganismos, que los expresan, produciendo proteínas antiguas. © 2019 Springer Nature Publishing (Thornton, 2004). Ver también ejemplo específico de clonación de genes de aromas en <https://static.scientificamerican.com/sciam/assets/Image/2019/saw0219Jaco31_d.png> (Jacobsen, 2019).

Consideraciones finales y perspectivas futuras

Recuperar las fragancias de plantas extintas es solo un ejemplo del poder de la bioarqueología, vinculando la arqueología con la biología, en general, y la biología molecular, en particular. Otros ejemplos pueden involucrar diversos genes de interés. Además, la posibilidad de secuenciar el ARNa (incluidos los transcriptomas antiguos) utilizando TGS es provocativa y emocionante. Lo más desafiante será dar vida a especies extintas. Actualmente se está trabajando para lograr tal objetivo con algunas especies (Dorado et al, 2017). Estas incluyen la paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*) y el mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*). Sin embargo, tal posibilidad ha generado inquietudes y preguntas, como se señala en las "Directrices para Reintroducciones y Otras Translocaciones para Fines de Conservación" (del inglés, "Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations", publicadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) <<https://www.iucn.org>> y Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) <<https://iucn-ctsg.org>>. Por ejemplo, la des-extinción puede considerarse un enriquecimiento ecológico que involucra la translocación para conservación. Por lo tanto, los riesgos asociados con la reintroducción de especies deben tenerse en cuenta, a fin de evitar candidatos reintroducidos inadecuados (IUCN/SSC, 2013; Seddon et al, 2014; Adams, 2017; Sandler, 2017a, b; Wagner et al, 2017; Browning, 2018; Novak, 2018; Tanentzap y Smith, 2018). De hecho, el ecosistema en el que tales especies se extinguieron (por ejemplo, Siberia con mamuts lanudos, hace miles de años) puede ser muy diferente del actual, con condiciones ambientales y especies distintas. Los posibles peligros de las des-extinciones se popularizaron con la novela de ciencia ficción *Parque Jurásico* (Crichton, 1990), adaptada por una franquicia de películas (Spielberg, 1993-2021), en relación a los dinosaurios y otros reptiles. Hoy sabemos que tal objetivo es ciencia ficción, ya que los ácidos nucleicos tan antiguos se degradan completamente más allá de la recuperación (Allentoft et al, 2012; Dorado et al, 2013; Linderholm, 2016). Pero se destaca este asunto de una manera entretenida, y así ha cautivado la imaginación de la gente durante décadas.

Agradecimientos. Financiado por Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto MINECO BIO2015-64737-R) e Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (MINECO e INIA RF2012-00002-C02-02); Consejería de Agricultura y Pesca (041/C/2007, 75/C/2009 y 56/C/2010), Consejería de Economía, Innovación y Ciencia (P11-AGR-7322 y P12-AGR-0482) y Grupo PAI (AGR-248) de Junta de Andalucía; y Universidad de Córdoba (Ayuda a Grupos), Spain.

Referencias Bibliográficas

- Adams WM (2017): Geographies of conservation I: De-extinction and precision conservation. *Progress Human Geography* 41: 534-545.
- Allentoft ME, Collins M, Harker D, Haile J, Oskam CL, Hale ML, Campos PF, Samaniego JA, Gilbert MT, Willerslev E, Zhang G, Scofield RP, Holdaway RN, Bunce M (2012): The half-life of DNA in bone: measuring decay kinetics in 158 dated fossils. *Proc Biol Sci* 279:4724-4733.
- Begnaud F, Chaintreau A (2016): Good quantification practices of flavours and fragrances by mass spectrometry. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci* 374: 20150365 (14 pp).

- Bennett JR, Maloney RF, Steeves TE, Brazill-Boast J, Possingham HP, Seddon PJ (2017): Spending limited resources on de-extinction could lead to net biodiversity loss. *Nat Ecol Evol* 1:53 (4 pp).
- Browning H (2018): Won't somebody please think of the mammoths? De-extinction and animal welfare. *J Agr Environ Ethics* 31: 785-803.
- Campagna C, Guevara D, LeBoeuf B (2017): De-scenting extinction: the promise of de-extinction may hasten continuing extinctions. *Hastings Cent Rep* 47 Suppl 2: S48-S53.
- Corlett RT (2017): A bigger toolbox: Biotechnology in biodiversity conservation. *Trends Biotechnol* 35: 55-65.
- Crichton M (1990): "Jurassic Park". Alfred A. Knopf (New York, NY, USA).
- Dorado G, Jiménez I, Rey I, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2013): Genomics and proteomics in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 7: 47-63.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2015): Second-generation nucleic-acid sequencing and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 9: 216-230.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Martín J, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2016): Sequencing ancient RNA in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 10: 103-111.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF (2017): Clustered Regularly-Interspaced Short-Palindromic Repeats (CRISPR) in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 11: 179-188.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2018): Evolution from first hominids to modern humans: philosophy, bioarchaeology and biology - Review. *Archaeobios* 12: 69-82.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF (2009): Ancient DNA to decipher the domestication of dog (REVIEW). *Archaeobios* 3: 127-132.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P, Vásquez VF (2010): Biological mass extinctions on planet Earth (REVIEW). *Archaeobios* 4: 53-64.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2011): Ancient nucleic acids from maize - A review. *Archaeobios* 5: 21-28.

- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2012): Isotopes in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 6: 79-91
- Dorado G, Sánchez-Cañete FJS, Pascual P, Jiménez I, Luque F, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2014): Starch genomics and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 8: 41-50.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P (2008): Sequencing ancient and modern genomes (REVIEW). *Archaeobios* 2: 75-80.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Vega JL (2007): Archaeology meets Molecular Biology (REVIEW). *Archaeobios* 1: 1-2.
- Garcia AK, Kacar B (2019): How to resurrect ancestral proteins as proxies for ancient biogeochemistry. *Free Radic Biol Med* (en prensa).
- Green RE, Krause J, Briggs AW, Maricic T, Stenzel U, Kircher M, Patterson N, Li H, Zhai W, Fritz MH, Hansen NF, Durand EY, Malaspinas AS, Jensen JD, Marques-Bonet T, Alkan C, Prufer K, Meyer M, Burbano HA, Good JM, Schultz R, Aximu-Petri A, Butthof A, Hober B, Hoffner B, Siegemund M, Weihmann A, Nusbaum C, Lander ES, Russ C, Novod N, Affourtit J, Egholm M, Verna C, Rudan P, Brajkovic D, Kucan Z, Gusic I, Doronichev VB, Golovanova LV, Lalueza-Fox C, de la Rasilla M, Fortea J, Rosas A, Schmitz RW, Johnson PL, Eichler EE, Falush D, Birney E, Mullikin JC, Slatkin M, Nielsen R, Kelso J, Lachmann M, Reich D, Pääbo S (2010): A draft sequence of the Neandertal genome. *Science* 328: 710-722.
- Higuchi R, Bowman B, Freiberger M, Ryder OA, Wilson AC (1984): DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family. *Nature* 312: 282-284.
- Iacona G, Maloney RF, Chades I, Bennett JR, Seddon PJ, Possingham HP (2017): Prioritizing revived species: what are the conservation management implications of de-extinction? *Funct Ecol* 31: 1041-1048.
- IUCN/SSC (2013): "Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations". Version 1.0. International Union for the Conservation of Nature (IUCN) and Species Survival Commission (SSC); Gland (Switzerland).
- Jacobsen R (2019): Ghost flowers. *Scientific American* 320: 30-39.
- Kleppe K, Ohtsuka E, Kleppe R, Molineux I, Khorana HG (1971): Studies on polynucleotides. XCVI. Repair replications of short synthetic DNA's as catalyzed by DNA polymerases. *J Mol Biol* 56: 341-61.
- Linderholm A (2016): Ancient DNA: the next generation – chapter and verse. *Biol J Linnean Soc* 117: 150–160.
- McCauley DJ, Hardesty-Moore M, Halpern BS, Young HS (2017): A mammoth undertaking: harnessing insight from functional ecology to shape de-extinction priority setting. *Funct Ecol* 31: 1003-1011.

- Novak BJ (2018): De-extinction. *Genes* 9: E548 (33 pp).
- O'Connor MR (2015): "Resurrection Science: Conservation, De-Extinction and the Precarious Future of Wild Things". St. Martin's Press (New York, NY, USA).
- Orlando L, Ginolhac A, Raghavan M, Vilstrup J, Rasmussen M, Magnussen K, Steinmann KE, Kapranov P, Thompson JF, Zazula G, Froese D, Moltke I, Shapiro B, Hofreiter M, Al-Rasheid KA, Gilbert MT, Willerslev E (2011): True single-molecule DNA sequencing of a Pleistocene horse bone. *Genome Res* 21: 1705-1719.
- Panet A, Khorana HG (1974): Studies on polynucleotides. The linkage of deoxyribopolynucleotide templates to cellulose and its use in their replication. *J Biol Chem* 249: 5213-5221.
- Priya P, Yadav A, Chand J, Yadav G (2018): Terzyme: A tool for identification and analysis of the plant terpenome. *Plant Methods* 14:4 (18 pp).
- Robert A, Thevenin C, Prince K, Sarrazin F, Clavel J (2017): De-extinction and evolution. *Funct Ecol* 31: 1021-1031.
- Saiki RK, Scharf S, Faloona F, Mullis KB, Horn GT, Erlich HA, Arnheim N (1985): Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230: 1350-1354.
- Sandler R (2017a): De-extinction and conservation genetics in the Anthropocene. *Hastings Cent Rep* 47 Suppl 2: S43-S47.
- Sandler R (2017b): De-extinction: Costs, benefits and ethics. *Nat Ecol Evol* 1: 105 (2 pp).
- Seddon PJ, Moehrensclager A, Ewen J (2014): Reintroducing resurrected species: selecting De Extinction candidates. *Trends Ecol Evol* 29:140-147.
- Shapiro B (2017): Pathways to de-extinction: how close can we get to resurrection of an extinct species? *Funct Ecol* 31: 996-1002.
- Spielberg S (1993-2021): Film franchise of Universal Pictures, based on Jurassic Park science-fiction novel by Michael Crichton.
- Steeves TE, Johnson JA, Hale ML (2017): Maximising evolutionary potential in functional proxies for extinct species: a conservation genetic perspective on de-extinction. *Funct Ecol* 31: 1032-1040.
- Tanentzap AJ, Smith BR (2018): Unintentional rewilding: lessons for trophic rewilding from other forms of species introductions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 373: 20170445 (9 pp).
- Thornton JW (2004): Resurrecting ancient genes: experimental analysis of extinct molecules. *Nat Rev Genet* 5: 366-375.

Wagner N, Hochkirch A, Martin H, Matenaar D, Rohde K, Wacht F, Wesch C, Wirtz S, Klein R, Lotters S, Proelss A, Veith M (2017): De-extinction, nomenclature, and the law. *Science* 356:1016-1017.



El gen *FOXI3* y sus repercusiones zooarqueológicas en el “Perro Sin Pelo del Perú” (*Canis lupus familiaris*) - Revisión

Víctor F. Vásquez ¹, Teresa E. Rosales ¹, Gabriel Dorado ²
Pedro Allemant ³ y François Darleguy ³

§ Autor para correspondencia, ¹ Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas Arqueobios, Apartado Postal 595, Trujillo (Perú) eMail: <vivasa2401@yahoo.com>;
² Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain);
³ Association pour la protection du patrimoine Péruvien (APPP) and Asociación de defensa del patrimonio Peruano (ADPP)

Resumen

Se realiza una revisión del impacto de la mutación del gen *FoxI3* en la raza canina denominada “Perro Sin Pelo Del Perú” (PSPP), y sus repercusiones de índole zooarqueológica. No hay reportes validados de la identificación de sus restos en el registro arqueológico de yacimientos de la costa peruana. Por tanto, se comentan los nuevos aportes metodológicos que existen actualmente para poder identificarlos y estudiarlos de manera sistemática. También se indica la importancia de la variedad con pelo de esta raza, su rol para la conservación y cómo tratar de prevenir la homocigosis de este gen, ya que sería letal.

Palabras clave: mutación, restos óseos, métodos, identificación, conservación.

Abstract

A review of the impact of the *FoxI3* gene mutation on the breed known as “Peruvian Hairless Dog” (PHD), and its zooarchaeological effects, is carried out. There are no validated reports of the identification of their remains in the archaeological record of deposits on the Peruvian coast. Thus, the new methodological contributions that are currently available to systematically identify and study them are discussed. The importance of the variety with hair of this breed, its role for conservation and how to try to prevent homozygosis of this gene, which would be lethal, are also indicated.

Keywords: mutation, bone remains, methods, identification, conservation.

Introducción

La propuesta del origen del llamado “Perro Sin Pelo del Perú” (PSPP) fue revisada anteriormente. Se tuvieron en cuenta pruebas de índole arqueológica, zooarqueológica y genéticas disponibles de esta raza primitiva (Vásquez et al, 2016). En el año 1985, la Federación Cinológica Internacional (FCI) incluyó al PSPP en el grupo V – Sección 6 – Tipo Primitivo, conjuntamente con otras razas, donde también se encuentra el xoloitzcuintle de México, que es otro perro sin pelo de origen americano (FCI, 2013).

El PSPP resurgió después de grandes lapsos de tiempo donde estuvo olvidado. Ello queda reflejado en variados estudios históricos y genéticos (Cordy-Collins, 1994; Schwartz, 1997; Vila et al, 1997; Vila et al, 1999; Leonard et al, 2002; Drögemüller et al, 2008; Hytönen, 2013; Frantz et al, 2016; Kupczik et al, 2017). Sin embargo, a nivel arqueológico y específicamente zooarqueológico, no se ha realizado ningún tipo de investigación. Sin embargo, las representaciones escultóricas de este perro en cerámica tienen importante información sobre su morfología y otros aspectos de su modo de vida. Ello es aplicable a culturas como Cupisnique, Salinar, Moche, Lambayeque, Chimú y Chancay. Es, por tanto, importante rescatar dicha información.

Los orígenes del PSPP deben ser rastreados desde que los primeros perros domésticos cruzaron el estrecho de Behring. Posteriormente, se originaron las diferentes radiaciones, tanto hacia el norte como hacia el sur del continente americano. De este modo, se formaron las primeras razas de perros americanos. La posibilidad de una domesticación independiente de perros en el continente americano fue rechazada tal como indica Perri et al, (2018). Así, las pruebas genéticas y arqueológicas sugieren que el proceso de domesticación se produjo en los dos extremos de África y Eurasia, de forma independiente (Frantz et al, 2016).

Se ha empleado una combinación de métodos que involucran análisis zooarqueológicos, genéticos, isotópicos y de fechados de ^{14}C . Así, se han presentado dos nuevas pruebas de perros domésticos en Norteamérica de hace 10.000 años. Una procede de Stilwell II, y la otra de Koster. Ambos sitios pertenecen al arcaico temprano en el valle inferior del río Illinois, en el estado del mismo nombre de los Estados Unidos de América (EUA). Los análisis de ADN antiguo del individuo recuperado en Koster revelaron relaciones genéticas con perros domesticados en Eurasia. Por su parte, el individuo de Stilwell II no proporcionó resultados positivos para inferir su filiación genética (Perri et al, 2018).

Los análisis osteológicos revelaron que el individuo de Stilwell II era una hembra de mayor tamaño que el individuo de Koster. Ambos perros tenían su dentición completa y se infirió, según los estudios zooarqueológicos y alométricos, que tenían pelo. Los datos radiocarbónicos indicaron que ambos perros no difieren significativamente cronológicamente. Así, el perro de Koster tiene 8.790 ± 30 años AP. Por su parte, el de Stilwell II tiene 8.840 ± 80 años AP. Los datos isotópicos también indicaron que estos perros se alimentaron de proteína terrestre y de recursos ribereños. Esto es consistente con los análisis

genómicos, proponiendo poblaciones de perros norteamericanos originadas alrededor de 10.000 AP (Perri et al, 2018).

Esta combinación de métodos ha permitido también demostrar que se trata de los perros más antiguos del continente americano. Estaban completamente domesticados y acompañados por los pobladores paleoindios de esos sitios. Sin embargo, hay un hiato de 4.500 años entre estos perros del holoceno temprano y los americanos posteriores a las fechas de los de Stilwell II y Koster. No se han estudiado adecuadamente, posiblemente porque las muestras óseas no estuvieran en buen estado de conservación, como lo manifiesta Perri et al, (2018). Los perros domesticados ingresaron en el continente americano con los grupos humanos. Pero el movimiento hacia la mitad del continente (Mesoamérica) fue relativamente rápido. Por ello, dejaron poco rastro en los yacimientos arqueológicos de Norteamérica.

Se han descrito restos de perros en 63 sitios arqueológicos de México (Mesoamérica): Los más antiguos han sido descubiertos en el valle de Tehuacán (Puebla, México) y en la cueva de Tecolote (Hidalgo, México), con una antigüedad de 5.000 años AP (Valadez et al, 2013). Estas pruebas de perros mesoamericanos son las más antiguas que se conocen hasta 2.000 años AP. El primer perro sin pelo o xoloitzcuintle fue hallado en dicha fecha, en la localidad de Guadalupe (Michoacán, México) (Valadez y Mestre, 2007; Valadez et al, 2009). Fue identificado como tal por la ausencia de la serie premolar. Ello es consecuencia de la expresión del gen *FoxI3* (Vásquez et al, 2016).

Estos perros fueron difundidos primero en la parte central del territorio azteca, hacia el sur, a partir de la sexta centuria. Más tardíamente se extendieron hacia el sudeste, debido a los movimientos migratorios. De hecho, se han identificado 15 especímenes del xoloitzcuintle en toda esta área de Mesoamérica, además de otros tipos de perros, incluyendo los tlalchichis y chihuahua (Valadez et al, 2007).

Los movimientos migratorios humanos representan un factor muy importante para la difusión y creación de los diferentes tipos de perros americanos prehistóricos. Así, el PSPP es producto evolutivo de los perros prehistóricos que ingresaron desde Eurasia al continente americano. Específicamente, a partir del xoloitzcuintle, como hemos argumentado, en una revisión del impacto del gen *FoxI3* en el fenotipo de esta raza (Vásquez et al, 2016).

Por tanto, los objetivos del presente trabajo tienen en cuenta las perspectivas históricas, zooarqueológicas y genéticas. Se analizan las consecuencias que ha tenido la expresión del gen *FoxI3* en la osteología y dentición del PSPP. Estas características permitirán identificar sus restos en los yacimientos arqueológicos del área andina del Perú. Hay que tener en cuenta que no se ha estandarizado aún una metodología apropiada, de técnicas combinadas. Ello permitiría determinar la relación de esta raza de perro primitivo con los antiguos pobladores de las culturas Cupisnique, Salinar, Moche, Lambayeque, Chimú, Chancay e Inca. Asimismo, serviría para comparar sus restos prehispánicos con los del *xoloitzcuintle* mexicano.

El gen *FoxI3* y sus consecuencias en el fenotipo del PSPP

El perro (*Canis lupus familiaris*) tiene 39 pares de cromosomas. Un total de 76 de los 78 son autosómicos o somáticos. Los otros dos son los llamados sexuales, ya que determinan el sexo. Así, el cariotipo de los machos es XY, mientras que el de las hembras es XX, al igual que en otros mamíferos (Lindblad-Toh, 2005). Como es sabido, la meiosis produce dos efectos principales: i) intercambio entre cromosomas homólogos (sobrecruzamiento) del padre y la madre; y ii) reducción de la dotación genética diploide (2n) en haploide (n). De este modo, se forman los gametos (óvulos y espermatozoides), con dos características fundamentales: i) constan de cromosomas únicos (resultado de la mezcla del padre y la madre); y ii) cada uno de ellos tiene solo 39 cromosomas. La fecundación restaura los 78 cromosomas, a partir de la información genética de la madre (óvulo) y del padre (espermatozoide). Todo ello genera variabilidad sin requerir mutación previa, la cual podría tener efectos no deseados, como cáncer y otras enfermedades. Así, se producen descendientes únicos, desde el punto de vista de su constitución genética. Por ello, la reproducción sexual ha sido tan exitosa, al promover la biodiversidad y adaptación al medio ambiente.

El gen *FoxI3* se encuentra ubicado en el cromosoma 17 (CFA 17) del perro. La secuencia codificante del gen *FoxI3* canino está formada por dos exones relativamente grandes, como en la mayoría de los otros genes *Fox*. La región promotora y el primer exón son ricos en Guanina (G) y Citosina (C), representando más del 85%. Codifica la proteína I3 de caja de “cabeza de sardé” (*FoxI3*; del inglés, “forkhead box protein I3”). Se han realizado alineaciones de secuencias de proteínas de *FoxI3* de mamíferos. La proteína *FoxI3* canina contiene 436 aminoácidos, con 74% de identidad con la de ratón (Hytönen, 2013).

La haploinsuficiencia debida a la mutación del gen *FoxI3* provoca displasia ectodérmica canina (DEC). Ello causa la ausencia de pelo en las tres razas sin pelo que existen. Se trata del perro crestado chino, el xoloitzcuintle y el PSPP. La DEC es una enfermedad monogénica, autosómica y semidominante. Se ha secuenciado este gen en perros crestados chinos sin pelo, y también individuos con pelo. Ello reveló una duplicación de siete pares de bases (pb) dentro del exón 1, que conduce cambios significativos en la expresión del gen (Hytönen, 2013). Así, causa la pérdida de pelo en heterocigosis. Se ha genotipado una cohorte adicional de perros, que incluyo las tres razas estudiadas (140 perros sin pelo y 55 con pelo) y otras 19 razas (32 perros con pelo). Esto permitió encontrar que la duplicación segregaba perfectamente con el fenotipo DEC dominante. Así, todos los perros DEC fueron heterocigotos y no se encontraron homocigotos para la mutación, ya que dicho genotipo es letal durante la embriogénesis. Ello es particularmente relevante al cruzar consanguíneamente individuos PSPP. En tal caso, incrementa la probabilidad de que nazcan crías muertas, siguiendo las leyes de la herencia mendeliana (Drögemüller et al, 2008; Hytönen, 2013; van Steenbeek et al, 2016).

Aparte de la ausencia de folículos pilosos, las tres razas de perros sin pelo presentan diversos cambios en la expresión fenotípica: i) defectos en las glándulas sudoríparas. Conviene recordar que los perros no sudan como hacen,

en general, el resto de mamíferos, ya que los primeros solo tienen dichas glándulas en las almohadillas plantares. La humedad de sus fosas nasales, bocas y lenguas grandes y largas les ayudan a refrigerarse cuando tienen calor. Todo ello proviene de la extrema adaptación de los lobos (*Canis lupus*) a los climas fríos. Así, estos últimos carecen de glándulas sudoríparas, incluso en las almohadillas de las patas. Como se ha demostrado mediante la secuenciación de sus genomas, los perros son una subespecie procedente de lobos domesticados (Vásquez et al, 2016); ii) ausencia de la serie premolar y algunos incisivos; iii) falta de canal auditivo externo; y iv) curiosamente, algunos nacen sin apertura anal, requiriendo cirugía para garantizar su supervivencia (Hytönen, 2013).

Los PSPP pueden producir descendencia con pelo (homocigotos no mutantes para el gen *FoxI3*). Estos animales fueron desgraciadamente rechazados y eliminados durante mucho tiempo, debido a la ignorancia de los criadores. Sin embargo, afortunadamente, esta práctica ha sido desechada recientemente. Así, a partir de 2012 la FCI ha inscrito tal variedad con pelo en el estándar del PSPP. Ello es importante para incrementar la biodiversidad y reducir la erosión genética del PSPP, como hemos revisado recientemente (Vásquez et al, 2016), y se explica más adelante.

Alteraciones dentales y osteológicas

La mutación del gen *FoxI3* en el PSPP tienen un claro impacto en la osteología, como se ha indicado anteriormente. Ello es relevante en arqueología, ya que facilita la identificación zooarqueológica de restos prehispanicos de esta raza de perro. Por otro lado, es importante conocer las características moleculares de la herencia de la mutación de este gen, tanto en la dentición, como en algunas características óseas del cráneo.

Las variaciones intra- e inter-específicas en los dientes de mamíferos son el resultado de diferentes factores. Entre ellos se encuentran cambios en genes, micro-ARN (miARN) y vías de señalización involucradas en el desarrollo dental. La represión causada por microARN puede generar diferentes niveles de señalización de proteínas. Entre ellas se encuentran la ectodisplasia A (EDA) y la activina A (ACVR1). Ello puede producir diferentes números de cúspides en los dientes. Por su parte, el factor de crecimiento de fibroblastos [FCF; del inglés, "fibroblast growth factor" (FGF)] también contribuye a la formación de la corona de los dientes.

Diferentes vías de señalización están implicadas en los procesos de formación de cúspides dentarias. Entre ellas se encuentran la EDA, activina A, el llamado erizo sónico [del inglés, "sonic hedgehog" (SHH)] y la proteína 4 morfogenética ósea [del inglés, "bone morphogenetic protein 4" (BMP4)]. Sus genes codificantes están regulados por el gen codificante del factor de transcripción *FoxI3*, expresado en la lámina dental (Kupczic et al, 2017).

Por lo tanto, es necesario evaluar el fenotipo dental apropiadamente en los perros con pelo y aquellos sin pelo que porten el gen mutante. Se trata de determinar la presencia o ausencia de dientes deciduales y permanentes, así

como el patrón de la cúspide molar. Así, se han analizado recientemente nueve individuos adultos y cinco juveniles de dicho grupo mutante. Se observó que siete de individuos con pelo tenían denticiones superiores e inferiores completas, con dientes permanentes, incluidos los premolares y molares. Tres individuos con pelo juveniles mostraron una dentición mixta de los permanentes, sin erupción aún en desarrollo (incisivos, caninos, premolares y primeros molares) (Kupczic et al, 2017).

Por otro lado, los perros adultos y juveniles sin pelo carecían por completo de caninos y premolares mandibulares y maxilares permanentes y, en parte, de los incisivos (figura 1). Los caninos y **premolares** deciduales completamente desarrollados se conservaron en la mayoría de tales individuos. Los incisivos mandibulares, así como los molares permanentes, se desarrollaron por completo en dos perros adultos mutantes.

Un perro con pelaje irregular presentó un fenotipo similar a los perros sin pelo. Así, mostró falta congénita de premolares permanentes, tanto mandibulares como maxilares. Por su parte, los primeros molares inferiores y superiores estaban presentes en todos los individuos sin pelo y con pelaje irregular. Sin embargo, faltaban los terceros molares en tres de cada cinco individuos adultos (Kupczic et al, 2017).



Figura 1. Mandíbula derecha de PSPP. Se muestra un diastema en la parte donde deberían localizarse los premolares, ausentes en esta raza (© 2019 ARQUEOBIOS).

En relación a la morfología de la cúspide molar, los perros sin pelo, así como aquellos con pelaje irregular, se caracterizan por un número reducido de cúspides, en comparación con los perros con pelo (figura 2).

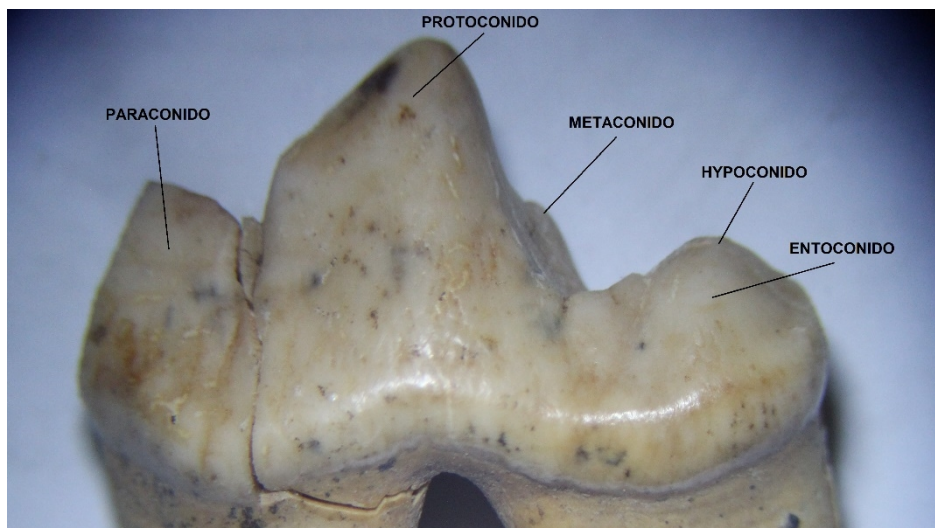


Figura 2. Primer molar de perro con pelo. Se aprecian todas las cúspides, incluidas las del talonido (© 2019 ARQUEOBIOS).

Por lo tanto, los primeros molares mandibulares carecían de las cúspides metaconídicas, entoconidas e hipoconulidas. Dejan solo el hipoconido en el talonido, así como los paraconidos y protoconidos (figura 3). Por lo tanto, esta haploinsuficiencia de *Fox/3* conduce a un desarrollo incompleto de las cúspides. Estas últimas quedan colocadas lingualmente, en los molares superiores e inferiores, respectivamente.

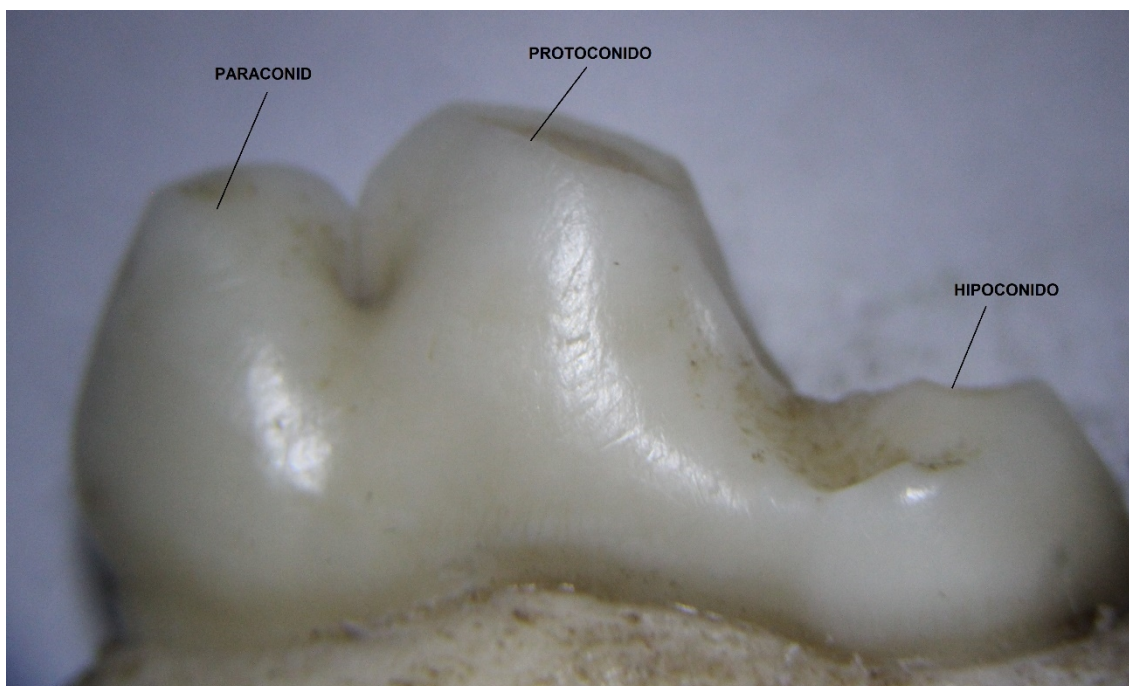


Figura 3. Primer molar de PSPP. Se puede observar el paraconido, protoconido, y solamente el hipoconido en el talonido (© 2019 ARQUEOBIOS).

Aparte de los dientes (que derivan del sistema óseo), se observaron alteraciones óseas propiamente de dichas razas de perros sin pelo. Entre ellas se han descrito malformaciones leves del oído. Así, el canal auditivo externo puede estar cerrado, como reveló la tomografía axial computarizada (TAC) y la autopsia de un PSPP. Dicho animal fue sacrificado a la edad de cuatro semanas, debido a deficiencias auditivas. Los resultados del TAC mostraron que el perro carecía de canal auditivo externo en el oído derecho (figura 4). Además, tenía una pequeña cavidad timpánica en el mismo. Sin embargo, tenía una anatomía (y audición) normal del oído izquierdo. Ello sugiere que *Fox/3* podría tener un papel en la morfogénesis de las estructuras externas del oído (Hytönen, 2013).

Un espécimen juvenil (cinco a seis meses) de PSPP mostró ambos canales auditivos externos cerrados. Este individuo pertenece a la colección del laboratorio de ARQUEOBIOS (figura 4). Ello lo diferencia claramente del perro con pelo, que los tiene abiertos (figura 5). Se desconoce la causa de la muerte de tal ejemplar, pero posiblemente este individuo heterocigoto para *Fox/3* habría estado fuertemente afectado por la mutación. Sería interesante que los criadores de PSPP evaluaran la audición de tales animales, a fin de obtener resultados más amplios y concluyentes al respecto.

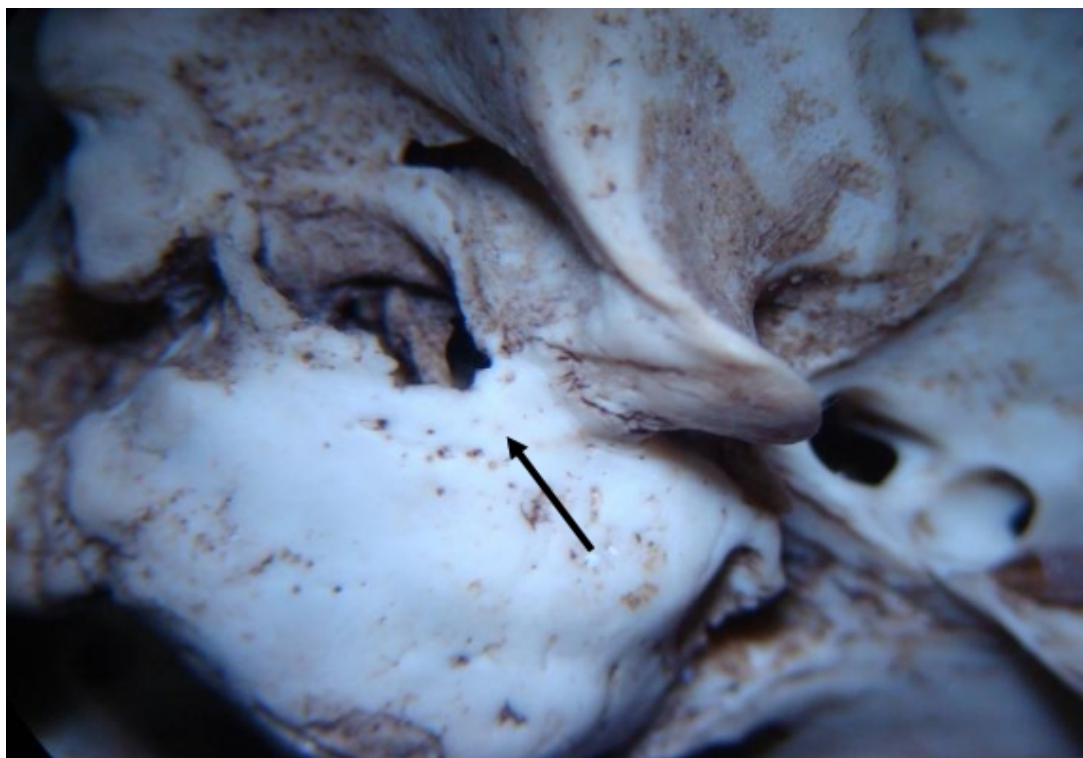


Figura 4. Falta del canal auditivo externo en PSPP. Se indica su ausencia (flecha) en la zona del temporal del cráneo (© 2019 ARQUEOBIOS).

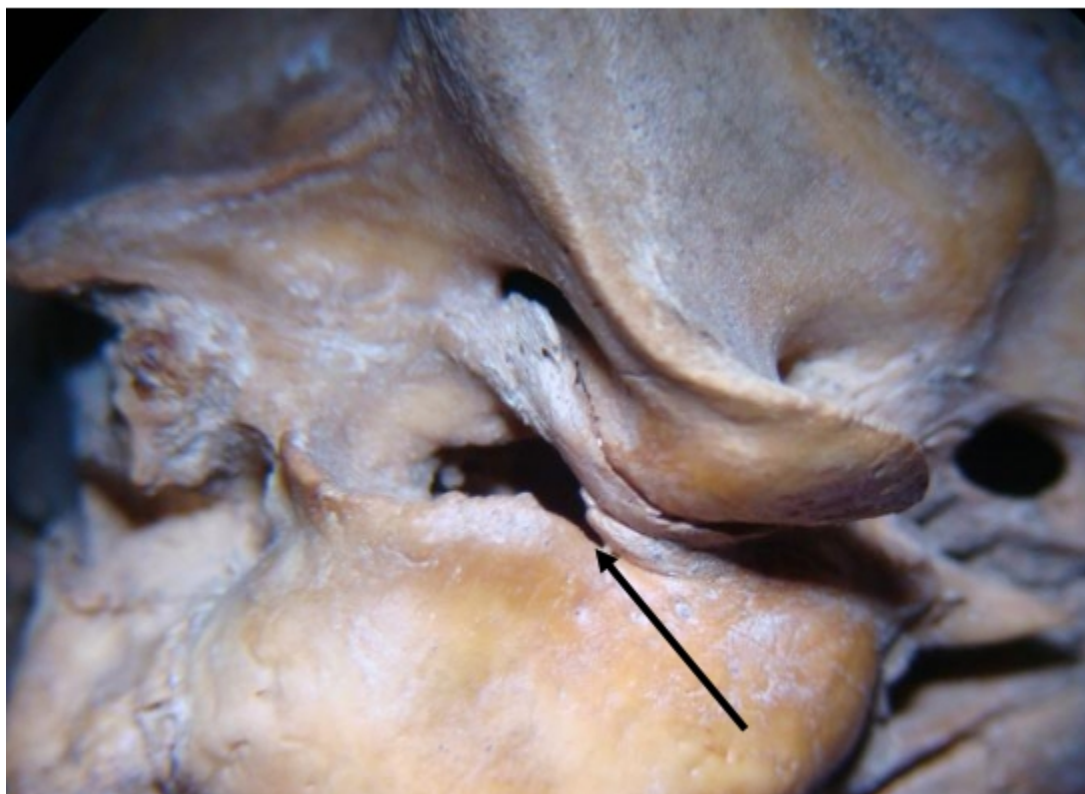


Figura 5. Canal auditivo externo en perro con pelo. Se muestra su presencia (flecha) en la zona del temporal del cráneo (© 2019 ARQUEOBIOS).

Restos óseos de PSPP prehispánicos

En 1990 se realizaron estudios zooarqueológicos de una colección ósea de diversos vertebrados. Procedían de Huaca Uno, en el sitio arqueológico de Túcume (departamento de Lambayeque, costa norte del Perú). En esta colección se identificaron huesos de *Canis lupus familiaris*, que presentaban determinadas características osteológicas anormales. Entre ellas resaltaron la ausencia de la serie premolar en las mandíbulas. Ello indicaba que se trataba de restos del PSPP prehispánico. La datación cronológica del sitio fue de 600 años d.C. (época Chimú). Por tanto, representan el primer registro zooarqueológico del PSPP en los sitios Chimú de la costa norte del Perú. Lamentablemente, no hubo registro fotográfico de los restos. El único carácter de relevancia descrito en relación al cráneo fue la ausencia de los premolares en los maxilares. No se hizo un estudio específico de la dentición. Hubiera sido interesante analizar las cúspides del primer y segundo molar. Tampoco se identificaron adecuadamente otros elementos óseos del cráneo. De haberlo hecho, hubieran apreciado la ausencia del canal auditivo externo. Todo ello es particularmente sorprendente, ya que en dicho momento se desconocía que estos perros mutantes tenían tal característica (Hytönen, 2013). Estos trabajos han sido publicados recientemente en *Scientific Report* (Kupczic et al, 2017). A pesar de que estos restos óseos no fueron analizados apropiadamente para su correcta clasificación como PSPP, existen otros indicios de interés al respecto. Entre ellos se encuentran muestras de cerámica escultórica de diversas culturas prehispánicas, como Moche, Lambayeque, Chimú y Chancay. En ellas se

aprecia la representación del PSPP (Vásquez et al, 2016), confirmando la existencia de esta raza en aquellos tiempos remotos de la costa norte del Perú.

Los resultados del análisis zooarqueológico de los restos óseos indicaron que los restos de cánidos predominaban sobre los de camélidos. Además, se encontraron huesos de los primeros con ruptura intencional, posiblemente para extraer la médula (14,8%), y quemados (3,54%). Asimismo, presentaron huellas de cortes (4,39%), sobre todo en el lado ventral de la vértebra atlas. Ello sugiere una matanza por degüello ventral de tales cánidos. Los datos de huesos quemados y cortados permitieron deducir que dichos cánidos fueron consumidos. Por tanto, los pobladores prehispánicos de Túcume practicaron la cinofagia (Vásquez y Rosales, 1991), como actualmente hacen, por ejemplo, algunas poblaciones de Asia.

Sorprendentemente, no se ha reportado el hallazgo de otros restos óseos prehispánicos de PSPP. No obstante, este animal podría haber tenido un rol religioso, como supuesta guía de los muertos a su morada definitiva, en el área andina. De hecho, existen representaciones del PSPP, en cerámica escultórica de ofrendas en honor a los muertos. Ello apoyaría tal creencia ceremonial en estas culturas prehispánicas (Vásquez et al, 2016). Entre los ceramios escultóricos, que representan a esta raza, se encuentran ofrendas de la tumba del Viejo Señor de Sipán. Sin embargo, los restos de perros en este sitio funerario de la élite mochica no son PSPP. Corresponden a perros con pelo, con otras características (Vásquez et al, 2009). En los contextos funerarios de Huaca de la Luna tampoco se han reportado restos de perros asociados a PSPP. El mismo caso se presenta en Huaca Cao Viejo, que es otro sitio mochica. En los contextos funerarios de las épocas Chimú, Lambayeque y Chancay tampoco hay indicios de sus restos óseos, pero hay restos de perros con pelo.

Por tanto, el PSPP aparece en ceramios de contextos funerarios, sugiriendo una creencia mística. Pero los perros que se han encontrado en tumbas prehispánicas son normales. Existen varias posibilidades para tratar de explicar esta paradoja: i) no han sido estudiados con la rigurosidad de los métodos zooarqueológicos usados con los de otras especies. En tal caso, podrían encontrarse en almacenes arqueológicos, a la espera de ser redescubiertos y analizados; ii) tuvieron un rol diferente al perro con pelo. En tal caso, sus restos podrían haber tenido también un destino distinto y desconocido al de los ritos funerarios; iii) en relación con lo anterior, podrían haber tenido un destino más “terrenal” del supuesto; por ejemplo, sirviendo como alimento; y iv) no fueron realmente apreciados por sus defectos genéticos y menor viabilidad. En tal caso, su crianza habría sido bastante limitada, reduciendo la existencia de restos arqueológicos.

Por su parte, los perros sin pelo en México resultan muy interesantes. El primer registro arqueológico de restos óseos de xoloitzcuintle que se cita, fue publicado en 1994, en el proyecto arqueológico Tula 80-82. Procedían de un conjunto de unidades habitacionales y entierros de las primeras épocas del sitio (Período Clásico Temprano, siglos II a VIII d.C.). En el sitio Tula (Hidalgo, México) se encontraron un total de cinco individuos sin pelo del siglo VII d.C, que fueron ofrendados a personas (figura 7). Se trata del primer caso que demuestra

la ofrenda del xoloitzcuintle en contexto funerario en el México prehispánico. Otros restos de esta raza han sido encontrados en el sitio Guadalupe de Michoacán en México (siglos VI-X d.C), de uso funerario. Sin embargo, los restos se encontraron en basureros domésticos, lo cual sugiere que estos perros no eran muy apreciados (figura 6). Otro sitio con restos arqueológicos de perros sin pelo es Santa Cruz de Atizapán, Atizapán, México (siglos VI-XI d.C). Sus restos fueron encontrados conjuntamente con una gran cantidad de perros con pelo. De nuevo, ello sugiere la escasa relevancia de los perros sin pelo en dicha cultura prehispánica. En Teotihuacan (siglos VIII-XVI d.C) se identificaron cuatro individuos, en contextos de aldeas y funerarios (Valadez y Mestre, 2007).



Figura 6. Mandíbula de perro sin pelo de Guadalupe (Michoacán, México). Tiene una antigüedad de 110 a 1.500 años (© Raúl Valadez Azua, Universidad Autónoma de México).



Figura 7. Mandíbulas de perro sin pelo de Tula (Hidalgo, México). Tiene una antigüedad de 1.300 años (© Raúl Valadez Azua, Universidad Autónoma de México).

Es necesario disponer de una metodología apropiada para poder identificar los restos óseos del PSPP. Debe tenerse en cuenta que para su registro zooarqueológico solo cuentan los restos óseos. En el caso que nos ocupa, se trata de la ausencia/presencia de dentición y canal auditivo externo. Ello exige disponer de maxilares y cráneos. La presencia de diastemas de la dentición premolar debe ser analizada mediante rayos X simples o TAC. De ese

modo, se puede determinar si el espacio que separa grupos de piezas dentarias es genético, o producto de cicatrización del tejido óseo. En este último caso, puede deberse a pérdida de dientes durante la vida del perro. Si la serie premolar está ausente por la expresión del gen *FoxI3*, se debe hacer un estudio detallado. De ese modo, se puede determinar si los dos primeros molares tienen alteraciones en sus cúspides. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las anomalías dentales pueden ser caracteres heredados. Si hay una presencia recurrente de las mismas (por ejemplo, ausencia de premolares), puede implicar una crianza endogámica (Manin et al, 2018).

Las mismas herramientas (rayos X simples y TAC) se pueden utilizar para determinar la ausencia/presencia del canal auditivo externo en los cráneos. Se debería realizar un estudio detallado con suficientes cráneos de perros modernos. Ello permitiría conocer si la ausencia del canal auditivo externo es debida a la endogamia de esta raza.

Por lo tanto, la identificación de los perros sin pelo, a través de sus restos óseos, necesita ser estandarizada con minuciosos estudios zooarqueológicos. Los análisis genéticos adicionales (mitogenómicos y nucleares) son esenciales para generar los correspondientes dendrogramas (árboles filogenéticos), entre las razas sin pelo modernas y los perros antiguos. Asimismo, los estudios de isótopos estables pueden servir para conocer aspectos de su dieta. Finalmente, una datación cronológica por ^{14}C sirve para determinar su origen y distribución cronológica, tal como se ha realizado para el xoloitzcuintle (Manin et al, 2018).

Perspectivas de la conservación del PSPP

El 22 de octubre del año 2001 se promulgó la ley 27537, que declaró a la raza canina “Perro sin pelo del Perú” como patrimonio nacional, reconociéndolo como raza oriunda del Perú. Esta ley fue promulgada por el presidente del Congreso de la República (Carlos Ferrero Costa). Posteriormente fue aprobada, publicándose el Decreto Supremo 036-2005-AG el 10 de agosto de 2005, por el presidente del país (Alejandro Toledo Manrique). Por tanto, pasaron cuatro años para que dicha ley 27537 entrara en vigor. Por otro lado, el 12 de junio de cada año se celebra el Día del PSPP.

El decreto supremo indicado anteriormente consta de 29 artículos y dos disposiciones complementarias y transitorias. El reglamento es aplicable a la raza PSPP en sus tres tamaños (grande, mediano y pequeño). Sorprendentemente, no se hace alusión a la variedad con pelo de las camadas del PSPP. En el artículo 2° se mencionan como objetivos “conservar, reconocer como raza oriunda del Perú (patrimonio nacional), promover su crianza responsable, su investigación y difundir su importancia cultural”. Sin embargo, también sorprendentemente, no existe ningún programa de conservación conocido para el PSPP hasta el momento de escribir esta revisión.

En El Perú hay publicaciones periodísticas acerca del PSPP, pero solo escasas menciones en artículos de interés científico (Weiss 1970; Urbano 2007; Vásquez et al, 2016). De hecho, se desconocen aspectos esenciales de su genética, crianza y reproducción. Todo ello contrasta con la excelente

información científica relativa a la raza de perro sin pelo de México (Cordy-Collins, 1994; Schwartz, 1997; Vila et al, 1997; Leonard et al, 2002; Mendoza y Valadez, 2006; Valadez et al, 2009; Valadez y Mestre, 2007; Frantz et al, 2016;).

Según el decreto supremo anterior, se creó el Comité Nacional de Protección del PSPP. Se trata de la autoridad competente al respecto. Tiene representación en diversas instituciones, incluyendo: i) Ministerio de Agricultura-Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA); ii) Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA); iii) Ministerio de Salud; iv) Ministerio de Cultura (en aquel tiempo, Instituto Nacional de Cultura); v) Universidades Peruanas con Facultad de Medicina Veterinaria (asignada en aquel tiempo por la Asamblea Nacional de Rectores); vi) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; vii) Instituciones Protectoras de Animales, debidamente acreditadas por el Ministerio de Educación; viii) Kennel Club del Perú; y ix) Criadores del PSPP.

En el título V de Investigaciones se mencionan evaluaciones poblacionales bianuales del PSPP. Serían llevadas a cabo con el apoyo de municipalidades provinciales y distritales. Sin embargo, no se conoce ningún censo poblacional de PSPP en ninguna región del Perú. Los mayores criadores de esta raza están concentrados en Lima, y su interés es meramente económico. Lo más grave es que no parecen tener asesoramiento técnico-científico de médicos veterinarios, biólogos o genetistas. Ello es especialmente peligroso para una raza en peligro de extinción, al contar con pocos ejemplares que no se están cruzando de forma apropiada. Todo esto puede conducir al llamado “cuello de botella” en biología. La consecuencia puede ser una reducción drástica de la biodiversidad, incremento de la consanguinidad y eventual extinción. De hecho, los haplotipos originales del PSPP están siendo reemplazados con otros de perros europeos. Es la consecuencia de una crianza sin planificación para conservar el acervo genético y fenotipo original de nuestra raza primitiva de origen americano (van Asch et al, 2013).

Otro aspecto importante es el control que se debe tener sobre la expresión del gen *FoxI3* en la crianza del PSPP. Se trata de mantenerlo en estado de heterocigosis, evitando los efectos letales de la homocigosis, como se ha indicado anteriormente. La mejor estrategia es utilizar ejemplares con pelo de esta raza en los cruces. De hecho, las camadas de PSPP suelen tener ejemplares con pelo, según la segregación mendeliana de su herencia. Como se ha indicado, tales perros fueron exterminados tradicionalmente. Eran considerados como perros no deseados, al no exhibir el fenotipo de PSPP. Es una muestra de la ignorancia sobre cómo mantener e incrementar la biodiversidad, así como sobre las leyes de la herencia. Sin embargo, afortunadamente, este error está siendo corregido en los últimos tiempos.

Por todo ello, urge implantar un plan de conservación adecuado para el PSPP. Según los lineamientos del decreto supremo 036-2005-AG, se trata de involucrar a las Municipalidades Provinciales. De este modo, se podrán conformar comités provinciales del PSPP. Estos se encargarían de diversas actividades, mediante donaciones, ayudas, subvenciones, convenios y acuerdos. Sus funciones serían diversas: i) coordinarse con el comité nacional; ii) mantener registros de censos, centros de reproducción e instituciones de

crianza; iii) promocionar las investigaciones desde diversos puntos de vista (biológicos, genéticos, veterinarios y zooarqueológicos); y especialmente iv) controlar la crianza y comercialización de esta raza, para garantizar e incrementar su biodiversidad, evitando la erosión genética.

En todo este contexto, hay que resaltar especialmente la labor que vienen desarrollando dos personas, se trata de Pedro Allemant, peruano que radica en París (Francia) y François Darleguy, ciudadano francés. Han producido varios documentales sobre esta raza. El último de ellos trata sobre “El Perro sin Pelo con Pelo”. La difusión de su valioso trabajo se ha realizado en varios países de Europa. Han realizado varias presentaciones en el Perú, incluyendo Lima, Trujillo y Lambayeque, con mucho éxito. Su trabajo ha generado un impulso muy importante para el conocimiento de nueva información sobre el PSPP, incluyendo la variedad con pelo. Esta labor pionera debe servir para crear un programa oficial de conservación del PSPP, donde las instituciones gubernamentales deben tener un rol protagónico.

Conclusiones

La ausencia de restos óseos del PSPP en contextos prehispánicos andinos es aún una incógnita, que amerita una investigación multidisciplinaria. Esta raza tiene un gen mutado (*FoxI3*) que causa efectos adversos. La identificación de sus restos óseos incluye maxilares, premolares, molares y canal auditivo externo (que incluye parte del cráneo). Para ello, se necesitan especialistas con experiencia y conocimiento multidisciplinario. El estudio de los restos del PSPP prehispánico permitirá conocer aspectos evolutivos y genéticos de esta raza. Ello servirá para llevar a cabo un programa eficiente de conservación de esta raza. Un buen modelo a seguir son los estudios realizados con los restos del xoloitzcuintle prehispánico. Por supuesto, nuevos hallazgos arqueológicos pueden descubrir nuevas muestras de PSPP. Pero debe tenerse en cuenta que puede que ya estén también almacenados, sin haber sido correctamente identificados. Por todo ello, urge una revisión de los restos de perros arcaicos disponibles. Los estudios de restos óseos deben incluir un detallado análisis zooarqueológico. Asimismo, la secuenciación/resecuenciación de sus genomas mitocondriales y parte de sus ADN nucleares. Afortunadamente, los recientes avances de genética molecular, en general, y de genómica, en particular, permitirán también la secuenciación/resecuenciación de sus genomas nucleares. Ello podrá realizarse de forma rápida y barata en los próximos años (Dorado et al, 2013).

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por el Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas ARQUEOBIOS. Mostramos nuestro especial agradecimiento al Dr. Raúl Valadez, por el permiso para reproducir algunas fotos de restos óseos del xoloitzcuintle prehispánico.

Referencias Bibliográficas

- Cordy-Collins A (1994): An Unshaggy Dog Story. *Natural History* 103:34-41.
- Dorado G, Jiménez I, Rey I, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2013): Genomics and proteomics in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 7: 47-63.
- Drögemüller C, Karlsson EK, Hytönen MK, Perloski M, Dolf G, Sainio K, Lohi H, Lindblad-Toh K, Leeb T (2008): A mutation in hairless dogs implicates *FOXI3* in ectodermal development. *Science* 321, 1462.
- FCI (2013): Estándar-FCI N° 310: Perro Sin pelo del Perú. FEDERATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE (AISBL) SECRETARIAT GENERAL: 13, Place Albert 1 B – 6530 Thuin (Belgique).
- Frantz, LAF, Mullin VE, Pionnier-Capitan M, Lebrasseur O, Ollivier M, Perri A, Linderholm A, Mattiangeli V, Teasdale MD, Dimopoulos EA, Tresset A, Duffraisse M, McCormick F, Bartosiewicz L, Gal E, Nyerges EA, Sablin MV, Brehard S, Mashkour M, Bălăşescu A, Gillet B, Hughes S, Chassaing O, Hitte C, Vigne JD, Dobney K, Hanni C, Bradley DG, Larson G (2016): Genomic and archaeological evidence suggest a dual origin of domestic dogs. *Science* 352 (6290): 1228-1231.
- Hytönen M. (2013): Genetic characterization of congenital defects in dogs: Caudal Dysplasia, Ectodermal Dysplasia and Mucopolysaccharidosis VII. ACADEMIC DISSERTATION. Faculty of Veterinary Medicine of the University of Helsinki, University Main Building, September 2013. 67 pp.
- Kupczic K, Cagan A, Brauer S, Fischer M (2017): The dental phenotype of hairless dogs with *FOXI3* haploinsufficiency. *Scientific Reports* 7:5459 (1-8)
- Leonard JA, Wayne RK, Wheeler J, Valadez R, Guillén S, Vila C (2002): Ancient DNA evidence for Old World origin of New World dogs. *Science* 298, 1613-1616.
- Lindblad-Toh K, Wade CM, Mikkelsen TS, Karlsson EK, Jaffe DB, Kamal M, Clamp M, Chang JL, Kulbokas EJ, Zody MC, Mauceli E, Xie X, Breen M, Wayne RK, Ostrander EA, Ponting CP, Galibert F, Smith DR, deJong PJ, Kirkness E, Alvarez P, Biagi T, Brockman W, Butler J, Chin C-W, Cook A, Cuff J, Daly MJ, DeCaprio D, Gnerre S, Grabherr M, Kellis M, Kleber M, Bardeleben C, Goodstadt L, Heger A, Hitte C, Kim L, Koepfli K-P, Parker HG, Pollinger JP, Searle SMJ, Sutter NB, Thomas R, Webber C, Broad Institute Genome Sequencing Platform, Lander ES (2005): Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature* 438 (7069): 803-19.
- Manin A, Ollivier M, Bastian F, Zazzo A, Tombret O, Equihua JC, Lefèvre C (2018): Can we identify the Mexican hairless dog in the archaeological record?

- Morphological and genetic insights from Tizayuca, Basin of Mexico. *Journal Archaeological Science* 98:128-136.
- Perri A, Widga C, Lawler D, Martin T, Loebel T, Farmsworth K, Kohn L, Buenger B (2018): New evidence of the earliest domestic dog in the Americas. *American Antiquity* 1-20.
- Schwartz M (1997): *A history of dogs in the early Americas*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Valadez R, Blanco A, Rodríguez B, Götz C (2009): Perros Pelones del México Prehispánico. *Archaeobios* 3 (1): 5-19
- Valadez R, Mestre G (2007): *Xoloitzcuintle. Del enigma al siglo XXI*. Artenación. Editores e Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM. México.
- van Steenbeek FG, Hytönen MK, Leegwater PA, Lohi H (2016): The canine era: the rise of a biomedical model. *Animal Genetic* 47: 519-527.
- Vásquez V, Rosales T (1991): Análisis de Material Orgánico No Humano. Informe Final presentado al Proyecto Arqueológico Túcume. Informe mecanografiado, 98 páginas.
- Vásquez V, Rosales T, Gálvez C, Dorado G (2016): El origen del perro (*Canis lupus familiaris*) sin pelo peruano (PSPP): pruebas arqueológicas, zooarqueológicas y genéticas - revisión. *Archaeobios* 1, 80–102.
- Vásquez V, Rosales T, Dorado G (2009): Morfotipos y razas de perros (*Canis lupus familiaris* L.) en la época Moche. *Archaeobios* 3, 1–16.
- Vila C, Savolainen P, Maldonado JE, Amorin IR, Rice JE, Honeycutt RL, Crandell KA, Lundeberg J, Wayne RK (1997): Multiple and Ancient Origins of the Domestic Dog. *Science* 276: 1687-1689.
- Valadez R, Blanco A, Rodríguez B, Pérez G (2013): The dog in the Mexican archaeozoological record. In: *The Archaeology of Mesoamerican Animals*, Edited by Christopher M. Götz and Kitty F. Emery. Pp. 557-582. Lockwood Press Atlanta, Georgia.
- Vila C, Maldonado JE, Wayne RK (1999): Phylogenetic Relationships, Evolution, and Genetic Diversity of the Domestic Dog. *Journal Heredity* 90 (1):71-7.



FOTOGALERIA DE BIOARQUEOLOGÍA

Diferencias morfológicas de las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd, 1798 y *Chenopodium petiolare* Kunth, mediante MEB

Víctor F. Vásquez y Teresa E. Rosales

El centro de mayor diversidad de los cultivos del género *Chenopodium*, es el altiplano peruano-boliviano. En esta área geográfica existe la mayor diversidad de parientes silvestres de la quinua doméstica (*Chenopodium quinoa*), entre las que se encuentra *Chenopodium petiolare* “quinua negra”.

Una de las pruebas de la domesticación inicial de *Chenopodium* en el registro arqueológico de los Andes esta fijado, en los tipos de cambios que se han sucedido en la morfología de las semillas. Los análisis morfológicos pioneros de la domesticación de *Chenopodium* en los Andes se centraron en el tamaño de la semilla (diámetro de la semilla), porque un aumento en el tamaño de la semilla es un cambio común asociado con la domesticación de las plantas (Harlan et al, 1973; Harlan 1975). Las investigaciones de Browman (1986) y Pearsall (1989) proponen que el incremento bien documentado en el tamaño de la semilla a través del tiempo refleja la selección de semillas más grandes bajo domesticación, sin embargo, no es la única característica útil para inferir un proceso de domesticación en este cultivo.

Una de las características morfológicas importantes y adicionales para mejorar los argumentos en el proceso de domesticación de las semillas de *Chenopodium quinoa*, es la configuración del margen. La variación de esta característica entre los taxones silvestres y domésticos es similar a lo observado en el este de América del Norte con otras especies (Asch y Asch 1977).

Así tenemos que el margen de las semillas de *Chenopodium quinoa*, es truncado (figura 2), mientras que *Chenopodium petiolare* “quinua negra”, el margen es biconvexo (figura 1). Además, se observa cambios importantes en la ornamentación de la superficie de la semilla de ambas especies, como se puede apreciar en las citadas figuras.

La quinua negra esta, compuesta de antocianina, lisina, litio y saponinas que son las que contribuyen a la apariencia característica de esta semilla (figura 1). La antocianina otorga el color negro característico, y ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, potente antioxidante, tiene un alto contenido de lisina (8.4 mg de lisina por cada 100 g), y entre las principales ventajas se encuentra el desarrollo mental y la hormona del crecimiento.

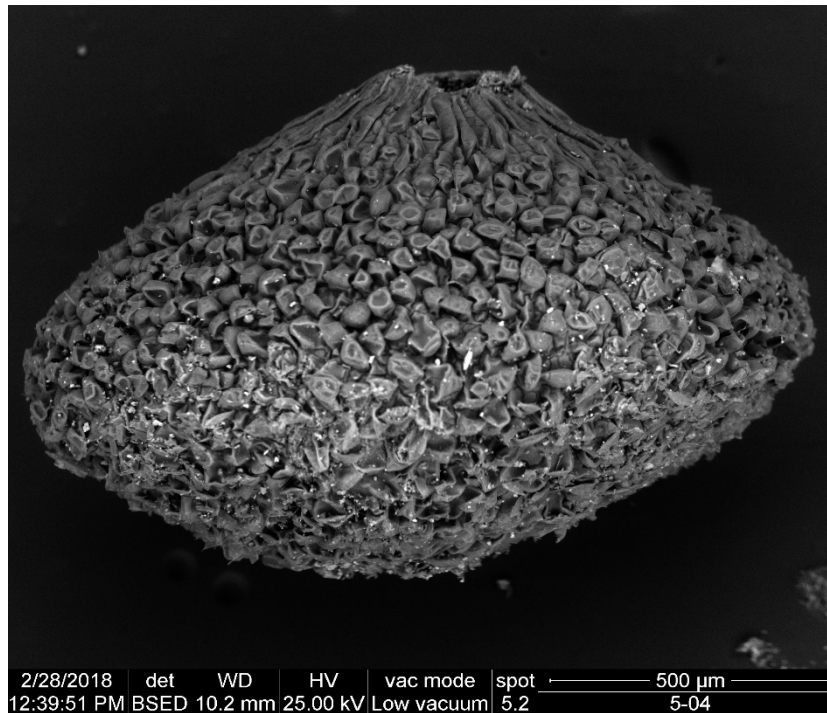


Figura 1. Semillas de *Chenopodium petiolare* “quinua negra”, en vista lateral, mostrando el margen, biconvexidad y la ornamentación de la superficie, captura con microscopio electrónico de barrido a 100x (Derechos Reservados de ARQUEOBIOS, 2019, prohibida su reproducción)

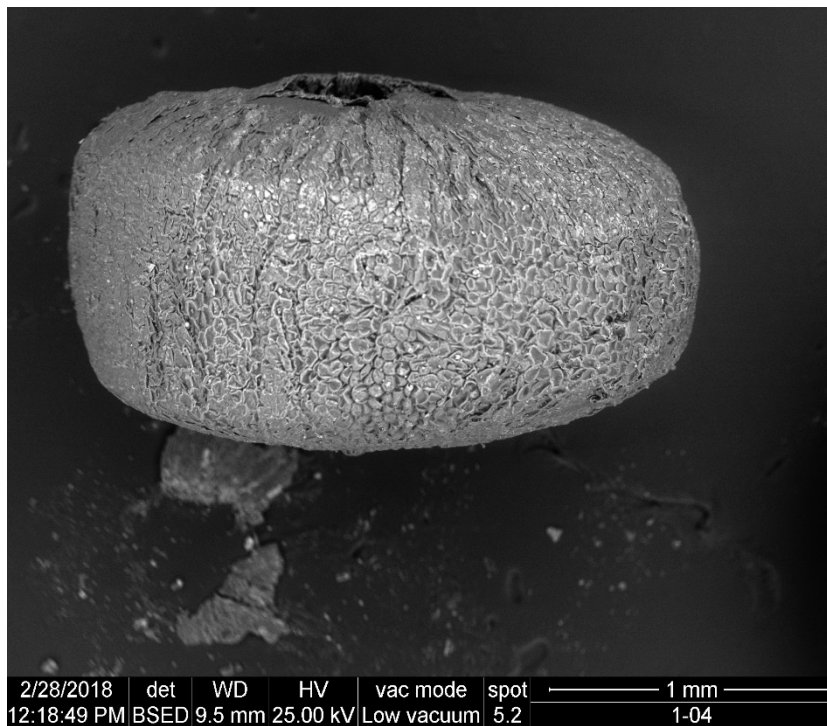


Figura 2. Semillas de *Chenopodium quinoa* “quinua blanca”, en vista lateral, mostrando el margen truncado y la ornamentación de la superficie, captura con microscopio electrónico de barrido a 100x (Derechos Reservados de ARQUEOBIOS, 2019, prohibida su reproducción)

Referencias Bibliográficas

Asch, David L., and Nancy B. Asch 1977 Chenopod as Cultigen: A Re-evaluation of some Prehistoric Collections from Eastern North America. *Mid-continental Journal of Archaeology* 2:3-45.

Browman, David L. 1986 Chenopod Cultivation, Lacustrine Resources, and Fuel Use at Chiripa, Bolivia. *The Missouri Archaeologist* 47:137-172.

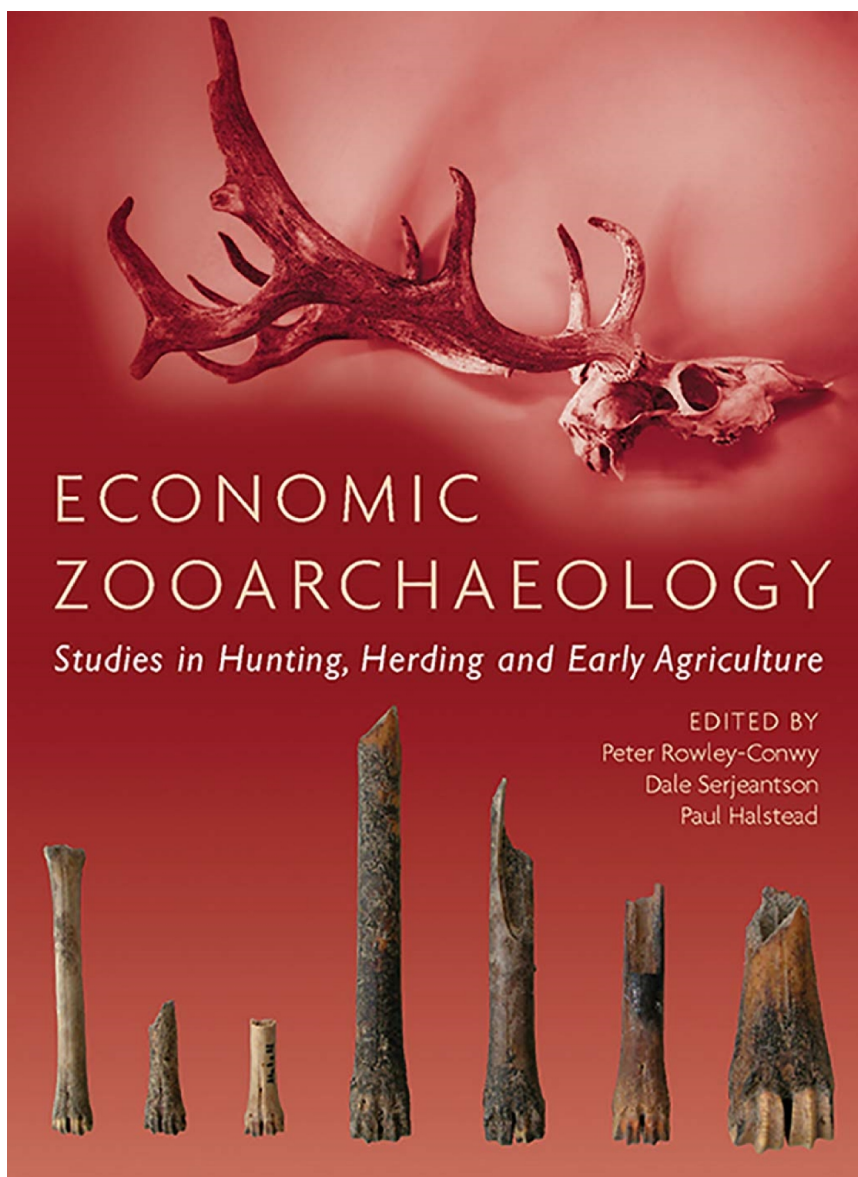
Harlan, Jack R. 1975 *Crops and Man*. American Society of Agronomy, Madison.

Harlan, Jack R., J.M.J. de Wet, and E. Glen Price 1973 Comparative Evolution of Cereals. *Evolution* 27:311–325.

Pearsall, Deborah M. 1989 Adaptation of Prehistoric Hunter Gatherers in the High Andes: The Changing Role of Plant Resources. In *Foraging and Farming*, eds. D.R. Harris and Gordon C. Hillman, pp. 318–332. Unwin Hyman, London.



LIBROS PUBLICADOS



La zooarqueología económica es el estudio de cómo los pueblos del pasado explotaron los animales, utilizando como evidencia los restos de esos animales. Lo que los distingue de otros estudios de animales antiguos es que su objetivo final es conocer el comportamiento humano. Presenta 33 capítulos que presentan una amplia gama de temas que cubren muchas áreas de interés arqueológico. Se cubren aspectos de método y teoría, identificación de huesos de animales, utilización de animales prehistóricos en América del Sur y el estudio de cementerios para perros. Se discute la larga controversia sobre el ordeño de animales y el uso de productos lácteos por parte de los humanos, así como el impacto ecológico de la caza por parte de los agricultores, con estudios de Serbia y Siria. El libro puede ser obtenido desde www.amazon.com

POLÍTICA EDITORIAL

La revista "ARCHAEOBIOS" tiene como meta realizar una publicación anual, en español e inglés y será un medio de difusión masivo donde especialistas nacionales y extranjeros puedan enviar manuscritos producto de sus investigaciones en Bioarqueología. La revista tendrá arbitraje, lo que implica que todos los artículos de investigación, artículos de revisión y notas técnicas remitidos al editor serán revisados por un equipo de expertos que conforman el comité editorial, los cuales después de una evaluación cuidadosa nos permitirá otorgar la aceptación para su publicación en la misma.

SECCIONES:

Los artículos de investigación, artículos de revisión y notas técnicas deben enviarse en soporte informático (CD) al responsable de la edición de la revista, por correo o por correo electrónico (<vivasa2401@yahoo.com>).

1.- Artículos de Investigación:

Los artículos deben ser redactados en español e inglés. No deben exceder de 25 páginas de 3000 caracteres cada una (incluyendo bibliografía, ilustraciones y notas). Los artículos deben estar acompañados del nombre, apellido, función, dirección de la institución y correo electrónico del o de los autores; del resumen del artículo en los dos idiomas, aproximadamente 700 caracteres cada uno; de un máximo de seis palabras claves (descriptores) en los dos idiomas; de la traducción del título a los dos idiomas, y de un contenido con: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones y Referencias Bibliográficas".

2.- Artículos de Revisión:

Un artículo de revisión tiene como finalidad examinar la bibliografía publicada sobre un tema especializado y/o polémico, y situarla en una perspectiva adecuada para que su utilización en las interpretaciones bioarqueológicas sea adecuada. La revisión se puede reconocer como un estudio en sí mismo, en el cual el revisor tiene un interrogante, recoge datos, los analiza y extrae una conclusión.

Estos artículos deben ser redactados en español e inglés. No deben exceder de 25 páginas de 3000 caracteres cada una (incluyendo bibliografía, ilustraciones y notas). Los artículos deben estar acompañados del nombre, apellido, función, dirección de la institución y correo electrónico del o de los autores; del resumen del artículo en los dos idiomas, aproximadamente 700 caracteres cada uno; de un máximo de seis palabras claves (descriptores) en los dos idiomas; de la traducción del título a los dos idiomas, y el contenido del mismo es de formato libre.

3.- Notas Técnicas:

Las notas técnicas deben ser redactadas en español e inglés. No deben de exceder de 4 páginas a espacio simple con 3000 caracteres cada una (incluye la bibliografía e ilustraciones). Deben estar acompañados del nombre, apellido, función, dirección de la institución y correo electrónico del o de los autores. Las

notas técnicas deben estar referidas a temas nuevos donde se resalten metodología y tecnologías que se aplican en las investigaciones bioarqueológicas, o comentarios técnicos sobre algún tema relevante en bioarqueología.

4.- Ilustraciones (mapas, figuras, cuadros, fotos, etc.):

Todas las ilustraciones, numeradas y señaladas en el texto, deben ser entregadas en su forma definitiva, en soporte informático y con la indicación del programa utilizado (mapas y figuras en formato vectorial).

Cada ilustración debe identificarse con un número y acompañarse por: el apellido de su autor, de un título; de las fuentes; de una leyenda explicativa de hasta 150 caracteres.

Las fotos en lo posible deben ser de formato digital, aunque pueden ser escaneadas en alta resolución o entregadas en papel de buena calidad (formato 15 cm x 10 cm). Los mapas, planos, esquemas vienen acompañados de una escala gráfica, de la orientación y de una leyenda.

4.- Referencias Bibliográficas:

La bibliografía debe incluir todas las referencias citadas en el texto y sólo éstas. Las referencias bibliográficas se presentan al final del artículo, en una lista ordenada alfabéticamente. Los títulos de las revistas y los nombres de los organismos se indicarán completos (no están permitidas las siglas). Las referencias se presentarán bajo el formato indicado a continuación:

Referencias para Libros:

Estenssoro JC (2003): *Del paganismo a la santidad. La incorporación de los indios del Perú al catolicismo 1532-1750*, 586 p.; Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA) - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) Fondo Editorial.

Referencias para Artículos en Libros:

Barton H, Fullagar R (2006): *Microscopy*. In: *Ancient Starch Research* Edited by Robin Torrence and Huw Barton, Chapter 3, Pp. 47-52.

Referencias para Artículos de Revistas:

Han XZ, Hamaker BR (2002): *Location of Starch Granule-associated Proteins Revealed by Confocal Laser Scanning Microscopy*. *Journal of Cereal Science* 35:109–116.

5.- Evaluación:

El manuscrito será evaluado por el comité editorial de la Revista *ARCHAEOBIOS*. Los informes cuyo responsable puede quedarse en el anonimato, serán enviados a los autores. Si las correcciones solicitadas son de importancia menor, el manuscrito será aceptado para su publicación sin ser enviado de nuevo al evaluador. Si las correcciones son mayores, el manuscrito será mandado nuevamente al evaluador. En caso de una segunda evaluación negativa, el artículo será definitivamente rechazado. Cualquier manuscrito que no respete estas instrucciones (extensión, ilustraciones no conformes a la calidad requerida por la Revista *ARCHAEOBIOS*) será devuelto a lo autores para su corrección sin ser evaluada.