

Revista de Bioarqueología "ARCHAEOBIOS" N°8 Vol. 1, Año 2014

ISSN: 1996-5214

ARCHAEOBIOS



www.arqueobios.org

REVISTA DE BIOARQUEOLOGÍA “ARCHAEOBIOS”

Nº 8 Vol. 1, Año 2014

DIRECTOR:

Víctor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)

COMITÉ EDITORIAL:

Teresa E. Rosales Tham (Universidad Nacional de Trujillo, Perú)

Gabriel Dorado Pérez (Universidad de Córdoba, España)

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

César Gálvez Mora (Ministerio de Cultura, Trujillo-Perú)

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

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Daniel S. Otiniano Quispe (Universidad Nacional de Trujillo, Perú)

INFORMACIÓN ADICIONAL:

Revista de Ciencias Aplicadas, Publicación Anual

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

- DOAJ (Directory of Open Access Journals, Universidad de Lund-Suecia)
- 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)

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 N° 2007-07279
Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas “ARQUEOBIOS”
Apartado Postal 595, Trujillo, Perú
Teléfono: +51-44-949585847
URL: <http://www.arqueobios.org>

CARÁTULA: Vasija doméstica de la cultura Chimú conteniendo tubérculos de “papa” de la variedad “peruanita”, se observa granos de almidón teñidos con fluorescencia adheridos a las paredes internas de la vasija.

CONTENIDO

- **INTRODUCCIÓN** 1
- **ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN**
 - Almidones antiguos del cálculo dental de un entierro mochica de la Huaca Cao Viejo, complejo arqueológico El Brujo, costa norte de Perú** 6
Víctor F. Vásquez Sánchez, Regulo Franco Jordan, Teresa Rosales Tham
 - Relieves con motivos zoomorfos en Xochicalco, Morelos** 17
Eduardo Corona-M.
- **ARTÍCULOS DE REVISIÓN**
 - Algunas consideraciones acerca del hallazgo de una flauta globular de caracol marino en un contexto funerario Chachapoya (Provincia de Luya, Departamento Amazonas)** 27
Klaus Koschmieder, Teresa E. Rosales Tham, Catherine Gaither
 - Starch genomics and bioarchaeology – Review** 41
Gabriel Dorado, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete, Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Fernando Luque, Margarita Pérez-Jiménez, Patricia Raya, Manuel Gálvez, Jesús Sáiz, Adela Sánchez, Teresa E. Rosales, Víctor F. Vásquez, Pilar Hernández
 - Genómica del almidón y bioarqueología - Revisión** 51
Gabriel Dorado, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete, Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Fernando Luque, Margarita Pérez-Jiménez, Patricia Raya, Manuel Gálvez, Jesús Sáiz, Adela Sánchez, Teresa E. Rosales, Víctor F. Vásquez, Pilar Hernández
- **LIBROS PUBLICADOS** 61
- **POLÍTICA EDITORIAL** 63





INTRODUCCIÓN

Introducción

Han transcurrido ocho años desde la publicación del primer número, ahora presentamos el número ocho de la revista ARCHAEOBIOS, y nuevamente hemos recibido solicitudes de indexación, en esta oportunidad de CINECA, Italia, el cuál es un consorcio que agrupa a 69 universidades italianas y es el centro de supercomputación más poderoso de Italia. Nuestra revista tiene el código E227976 en la base de datos de la página Web de CINECA (www.cineca.it) y mediante esta indexación la revista tendrá mucho más alcance a nivel internacional.

En este año uno de los eventos de mayor relevancia en lo que se refiere a una de las temáticas de nuestra institución, fue la 12ª Conferencia Internacional de Arqueozoología (ICAZ), que se realizó en San Rafael, Mendoza, Argentina, entre el 22 y 27 de Septiembre. El evento tuvo una gran contribución de trabajos científicos desde los análisis de ADN antiguo hasta nuevos modelos de domesticación de animales domésticos tanto del área andina, como también de aquellos del viejo mundo.

Siempre en este tipo de eventos, hay ideas notables que son necesarias destacar, por ejemplo el trabajo presentado por Richard Cook (STRI) y su equipo, para extraer el colágeno de los miles de fragmentos de vertebrados que siempre terminan en la categoría de no identificados, y que en algunos yacimientos son muy abundantes. Este trabajo es una gran contribución a la zooarqueología, porque será un banco de datos con las huellas moleculares que nos brindaría el colágeno, y nos permitiría recuperar información muy valiosa de los yacimientos arqueológicos de América y descubrir posiblemente aspectos desconocidos del manejo de la fauna en tiempos prehispánicos.

Otra contribución importante que se ha presentado en este evento, es el modelo de domesticación de *Lama glama* "llama" a partir de *Lama guanicoe cacsilensis* "guanaco" el pariente silvestre relacionado. Este trabajo presentado por Hugo Yacobaccio y Bibiana Vilá, es muy importante para completar la visión de las dos especies de camélidos domesticados a partir de las dos especies silvestres. Esta subespecie de "guanaco" conocido también como "guanaco norteño" tiene como límite geográfico más septentrional, la Reserva de Calipuy en Santiago de Chuco-Departamento de La Libertad, donde su población se va reduciendo lentamente porque no hay un programa de conservación y por la cacería furtiva a la que ha sido sometida. A excepción de un estudio de ADN a partir de sus heces, realizado por el equipo de Jane Wheeler, no se ha podido realizar ningún análisis de su diversidad, y hay un riesgo alto que la población desaparezca en el futuro.

Por otro lado, en este año se han sucedido una serie de avances tanto en estudios de ADN antiguo, como también con cultivo de células madres aplicados a resolver problemas médicos. En el caso de los estudios de ADN los científicos del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva (Leipzig, Alemania), han propuesto un nuevo protocolo para la extracción de ácidos nucleicos antiguos con edades de 300.000 años. El protocolo de extracción, permite recuperar ADN de mayor peso molecular, lo cual hace mejorar la

performance de la RCP (Reacción en Cadena de la Polimerasa). Este avance ha permitido conocer mejor la evolución de los Neandertales que vivieron en El Sidrón (España) y permitirá mejorar las estrategias de estudio para materiales óseos de origen prehispánico de los yacimientos arqueológicos andinos.

Los científicos del Instituto Scripps en la Jolla, California (USA) han ampliado el código genético que inicialmente se componía de dos pares de bases, el par Adenina (A), Citosina (C) y el par Guanina (G) y Citosina (C) para el caso del ADN, ahora han añadido el par artificial d5SICSTP-dNaMPT. Lo curioso de este nuevo par es que se puede replicar e incorporarse en el ADN de una bacteria sin ser reconocido como una anomalía, lo cual significa que esta nueva información se puede propagar establemente en alfabeto genético expandido, con tres pares de bases en lugar de las dos originales. Esto abre el camino a la vida artificial.

También se debe destacar a los ganadores del premio Nobel, en este caso del premio Nobel de Medicina, el cual fue para un trabajo donde se desvela que las neuronas nos ayudan a saber donde estamos y adonde queremos ir. Los neurocientíficos O'Keefe (UK-USA), May-Britt y Edvar Moser (Noruega), fueron los ganadores en este año de este premio, ellos han descubierto el GPS humano, dentro del cerebro, y han demostrado la estructura detallada a nivel celular que es la base de funciones cognitivas complejas. Este descubrimiento entre otras aplicaciones para la medicina, llevará a explicar como el Alzhéimer causa la pérdida de memoria.

Antes de iniciar el comentario sobre el contenido de la revista, queremos detallar en forma neutral, pero con los argumentos que nos brinda la ciencia, el tema de El Niño, que en este año tuvo algunas manifestaciones que fueron mal interpretadas por la prensa nacional e incluso por profesionales relacionados con la ecología, oceanografía y clima. El mal manejo de la información, unida a una costumbre de anunciar eventos catastróficos, hizo que por mas de medio año se estuviera difundiendo la información que tendríamos un evento El Niño de proporciones extraordinarias.

No entendemos como algunos profesionales usaron este tema para generar un ambiente nocivo para la población. Lo cierto es que el año 2012, el clima y las temperaturas superficiales del mar cerca de la costa norte, tuvo las mismas características que este año, y con la entrada del invierno, las masas de aguas con anomalías de temperaturas, desaparecieron. Recomendamos para el futuro suscribirse a los boletines quincenales que envían ERFEN (Estudio Regional Fenómeno El Niño), IMARPE y SENAHMI. Estos boletines durante el primer semestre del año, indicaban que el evento que sucedía en el mar, no tenía conexión con la atmósfera, por lo tanto no se podía pronosticar su presencia y su magnitud. También indicaban que se debería obtener información de la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), porque en ningún momento del evento que pronosticaban, el mar se conecto con la atmósfera, requisito principal para la evolución de ENSO (El Niño la Oscilación del Sur).

Los especialistas en el cambio climático que se viene sucediendo a nivel global, han pronosticado que el descongelamiento de los casquetes polares, va a ocasionar un cambio en las corrientes marinas, lo que traerá como consecuencias alteraciones climáticas importantes de aquellos sitios donde la temperatura depende de las condiciones oceánicas. El clima de las costas sudamericanas, específicamente desde Ecuador a Chile, dependen de las condiciones de la Corriente Peruana o Corriente de Humboldt, la cual se altera en condiciones El Niño, pero es posible que las masas de aguas frías de los polos mezclándose con las aguas cercanas a la línea ecuatorial, tengan un efecto desconocido en la presencia de ENSO en el futuro.

En lo que se refiere al contenido de la revista, tiene dos artículos de investigación, tres artículos de revisión, uno de ellos está en dos versiones de idioma (inglés y español), luego tenemos la sección de libros y revistas publicadas recientemente y que permiten al público conocer como adquirir estos.

El tema central en este número esta dedicado al estudio de los almidones antiguos, así el primer artículo es un estudio realizado de almidones antiguos aislados e identificados del cálculo dental de un individuo mochica sacrificado en la plataforma de la Huaca Cao Viejo (complejo arqueológico El Brujo). Los almidones identificados indicaban que este individuo antes de su sacrificio había consumido “maíz”, “frijol” y “papa”. La evidencia de consumo de “papa” por pobladores costeros, no estaba bien definida, primero porque sus evidencias macrobotánicas no se han conservado en los contextos arqueológicos moche, y segundo porque no se había investigado sobre las evidencias microbotánicas.

Esta evidencia no está aislada, tenemos referencias del hallazgo del polen de “papa” en Huaca Dos Cabezas (valle de Jequetepeque) y de sus granos de almidón en sedimentos de vasijas domésticas moche cerca de Huaca Colorada en el valle de Jequetepeque, que ha investigado el arqueólogo canadiense Guy Duke. Si tenemos en cuenta estas evidencias, hay muchas posibilidades que con nuevos estudios tanto de sedimentos de vasijas, como del cálculo dental de entierros moche, podremos saber más sobre el cultivo de “papa” en los sitios moche de la costa norte.

Siempre tenemos una contribución de investigaciones del mundo prehispánico mexicano, en esta oportunidad Eduardo Corona, hace una discusión muy interesante sobre la identificación de 286 losas que fueron recuperadas de Xochicalco, un sitio mexicano del período Epiclásico (700-900 EC). A partir del análisis de las representaciones de la fauna en estas losas reconoce 18 morfotipos, entre los que identifica mariposas, aves, reptiles y mamíferos. Los resultados que obtuvo lo compara con aquellos obtenidos en la identificación de restos animales recuperados del sitio, lo que permite contrastar y resaltar la importancia los recursos faunísticos utilizados en Xochicalco. Este trabajo es un modelo muy interesante, porque mediante la metodología que utiliza el autor, se puede emplear para hacer un estudio con las representaciones de fauna en cerámica y en relieves de las diferentes culturas del Perú prehispánico.

Los artículos de revisión incluyen un trabajo relacionado con investigaciones del arqueólogo alemán Klaus Koschmieder. El artículo presenta el hallazgo de un caracol marino de la especie ***Fusinus irregularis*** en un contexto funerario Chachapoya, donde a partir de este caracol los autores interpretan el rango social del individuo enterrado. Este gasterópodo fue modificado para servir como instrumento musical, posiblemente una flauta. En el Perú prehispánico las flautas y trompetas se encuentran como objetos rituales en las tumbas de personajes de alto nivel social y también en guerreros.

Finalmente, tenemos la contribución de Gabriel Dorado y su equipo, que en esta oportunidad hacen una revisión de la genómica y bioarqueología de los granos de almidón antiguos. El artículo nos presenta, de forma didáctica y ordenada, una visión desde la parte genómica, bioquímica y metabólica del rol que ha tenido esta molécula, tanto en el conocimiento de la domesticación de especies, así como en el de paleodietas.

La revisión incluye las diversas técnicas que se utilizan actualmente para el estudio de los almidones antiguos de diferentes fuentes, con es el caso de herramientas líticas, sedimentos de vasijas y últimamente del cálculo dental, de donde incluso después de desmineralizar este cálculo, se puede aislar diatomeas.

Esperamos nuevamente que este número anual de la revista ARCHAEOBIOS les permita obtener nuevos conocimientos sobre temas de la bioarqueología hispanoamericana y también del ámbito mundial, y nuestro esfuerzo va dirigido especialmente para la formación de los estudiantes que tienen interés por esta disciplina, y que están pobremente capacitados en las universidades de nuestro medio.

El Director



**ARTÍCULOS DE
INVESTIGACIÓN**

Almidones antiguos del cálculo dental de un entierro mochica de la Huaca Cao Viejo, complejo arqueológico El Brujo, costa norte del Perú

Víctor F. Vásquez Sánchez¹, Régulo Franco Jordán² y Teresa Rosales Tham³

¹ Biólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: vivasa2401@yahoo.com; ² Director del Proyecto Arqueológico El Brujo-Museo Cao. Fundación Wiese, Trujillo-Perú, E-mail: rfranco@fundación_wiese.com; ³ Arqueólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: teresa1905@hotmail.com

Resumen

Mediante el análisis microscópico de fracciones de cálculo dental de incisivos y premolares de un individuo sacrificado en la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo, que corresponde a la época moche, se pudo aislar e identificar granos de almidón de *Phaseolus vulgaris* "frijol", *Solanum tuberosum* "papa" y *Zea mays* "maíz". Estos granos de almidón identificados, son la evidencia directa del consumo de estas plantas alimenticias, en la cual se destaca el hallazgo de granos de almidón de "papa", lo que implica que este individuo, estuvo consumiendo el tubérculo, cuyas evidencias macrobotánicas no están registradas para esta época. Estos resultados son de gran importancia porque permitirán realizar futuros análisis con este tipo de evidencias y con una técnica accesible para futuros estudios.

Palabras claves: Sacrificios moche, cálculo dental, almidón, papa

Abstract

Through microscopic analysis of fractional calculus of incisors and premolars an individual sacrificed on the top shelf of the Huaca Cao Viejo, corresponding to the Moche period, could isolate and identify starch grains *Phaseolus vulgaris* "bean", *Solanum tuberosum* "potato" and *Zea mays* "maize". These starch grains identified, are direct evidence of consumption of these food plants, in which the discovery of starch grains "potato" is highlighted, implying that this individual was consuming the tuber, whose macrobotanical evidence is not registered for this time. These results are very important because they will allow for future analysis with this kind of evidence and accessible technique for future studies.

Keys words: Moche sacrifices, dental calculus, starch, potato

Introducción

La utilización del cálculo dental para extraer los gránulos de almidón, como residuos de los alimentos con alto contenido de este carbohidrato nos ofrece actualmente otro método para la reconstrucción de una parte de la dieta y una relación directa con el consumo de este tipo de alimentos.

En nuestro medio no hemos encontrado que se hayan realizado este tipo de estudios, sin embargo en los últimos cinco años hemos logrado tener la experiencia de hacer estos análisis con materiales de excavaciones de dos sitios arqueológicos en nuestro país, en un caso con el cálculo dental de entierros de la época Colonial del proyecto dirigido por el Dr. Jeffrey Quilter (Universidad de Harvard, USA) en la Iglesia Colonial del complejo arqueológico El Brujo, y en otro caso con cálculo dental obtenido de entierros humanos del sitio Pacopampa, proyecto dirigido por el Dr. Yuji Seki (National Museum of Ethnology, Japón). En ambos casos los resultados permitirán a ambos proyectos la obtención de datos directos adicionales sobre la dieta de estos pobladores.

Anteriormente se estudiaban almidones antiguos para fines arqueológicos, de material residual en herramientas líticas, dentro de vasijas, sedimentos asociados a fogones, sin embargo el espectro de materiales se fue ampliando hasta poder aislarlos y estudiarlos a partir del cálculo dental que se forma en los dientes humanos.

La presencia de los restos de almidones de plantas con alto contenido de este polisacárido en el cálculo dental arqueológico ha sido conocida desde hace algún tiempo, tenemos los trabajos pioneros de Dobney y Brothwell (1988), Torrence y Barton (2006), Piperno y Dillehay (2008), Hardy et al, (2009), entre los más representativos, y que han permitido conocer las diversas especies de plantas consumidas y también aspectos relacionados con la domesticación de algunas plantas.

El presente estudio se justifica porque tenemos la oportunidad de tener y estudiar material humano bien conservado, de una época de la cual se conoce escasa información sobre el consumo directo de alimentos vegetales. La técnica utilizada nos permite realizar los estudios con éxito, y además teniendo en cuenta que los análisis isotópicos aplicados a restos humanos para conocer directamente aspectos de su dieta, son más complicados técnicamente, es que recurrimos a esta técnica más accesible, la cual nos ha brindado muy buenos resultados.

Por otro lado, las investigaciones de sitios arqueológicos monumentales de la época Moche, están permitiendo la recuperación de importantes evidencias, en este caso de restos humanos en buen estado de conservación y que ofrecen diversas evidencias para estudios de esta naturaleza. En esta oportunidad el hallazgo de un entierro mochica que fue sacrificado y que presentaba una buena dentición, con buena formación de cálculo dental, nos permite conocer que alimentos vegetales con alto contenido de almidones, que estuvo consumiendo este individuo en los últimos años de su vida.

El entierro de un individuo sacrificado en la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo

El sector del hallazgo corresponde a la plataforma superior de la Huaca Cao Viejo, a 25 metros de altura donde hace 15 siglos había un patio ceremonial superior con muros internos exquisitamente decorados con la imagen de la deidad Moche conocida como el “Dios de la Montaña”.

Los restos esqueléticos encontrados durante la excavación arqueológica, yacían debajo del último piso del patio ceremonial, que de acuerdo a la estratigrafía del templo, corresponde a la ocupación final de Moche, aproximadamente entre los siglos VII y VIII d.C.

Los trabajos de excavación del equipo de arqueólogos dirigidos por Régulo Franco Jordán, arqueólogo de la Fundación Wiese, y el apoyo de estudiantes de arqueología de la Universidad Nacional de Trujillo, dieron a conocer el hallazgo de los restos de una mujer joven, que fue enterrada en una posición diferente al patrón de enterramiento moche, que es de cubito dorsal, con la cabeza orientada hacia el sur, en este caso, de cubito ventral con la cabeza orientada hacia el oeste donde se encuentra el mar y con uno de los brazos extendidos, postura por demás anormal, que supone que después de haber sido sacrificado, su cuerpo inerte fue tirado al interior de una fosa poco profunda previamente preparada y después sellada por el piso del patio ceremonial (Figura 1).

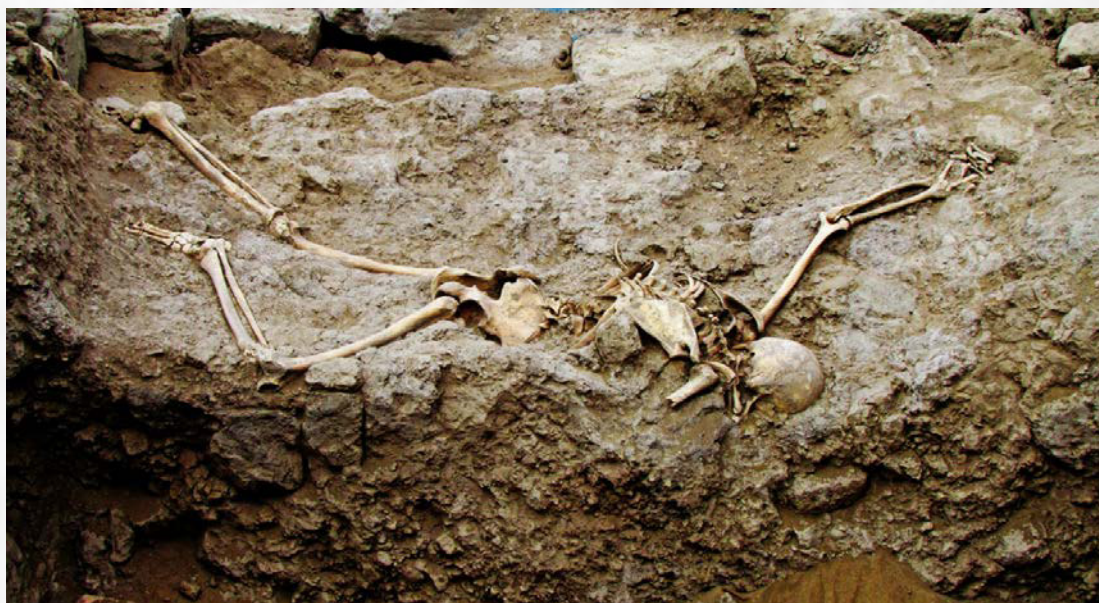


Figura 1.- Posición del entierro de un individuo sacrificado en la plataforma superior de Huaca Cao Viejo (Fotografía tomada por Regulo Franco Jordán)

Los estudios de antropología física realizados por el Dr. John Verano de la Universidad de Tulane, revelaron que se trataba de un individuo que tendría al momento de su muerte entre 17 y 19 años de edad, y que tenía la dentadura

bastante desgastada posiblemente por el alto consumo de mariscos y carbohidratos (harinas). No hay huellas de cortes en las vértebras cervicales superiores, lo que hace suponer que su muerte se produjo por la ingesta de alguna sustancia tóxica o estrangulamiento con soguilla, una forma común en los individuos jóvenes que acompañaban en la tumba a las dignatarias Moche.

Este rito que habría tenido un fin propiciador del mundo doméstico, finalizó simbólicamente incorporando el cuerpo de la joven mujer al interior del templo, donde según el pensamiento Moche, moraban los ancestros, que de acuerdo a algunas representaciones iconográficas que aparecen en la cerámica Moche, como el conocido "Tema de la Carrera", se advierte el rito de presentación de prisioneros desnudos hacia el sacrificio.

Materiales y Métodos

Toma de las muestras

Se utilizó una estrategia de muestreo utilizando métodos no destructivos para los dientes y los almidones. En primer lugar, se limpiaron los dientes con un cepillo de dientes suave y luego con un vaporizador de aire a presión para limpiar polvo, y así eliminar la tierra adherida y otras partículas.

Luego de la limpieza de los dientes, se eligieron aquellos dientes donde había una buena formación de cálculo dental, en este caso el muestreo se hizo en los incisivos 1 y 2, premolar 2 del arco dentario izquierdo e incisivo 1 del arco dentario derecho, especialmente del lado lingual (Figura 2).



Figura 2. Toma de la muestra del cálculo dental del lado lingual de los incisivos del individuo sacrificado en la plataforma superior de Huaca Cao Viejo, El Brujo (Fotografía tomada por Víctor F. Vásquez Sánchez)

Una hoja de bisturí y una aguja estéril (una para cada caso) se utilizó para raspar áreas de los dientes con el cálculo visible, y el residuo obtenido se transfirió directamente a un tubo Eppendorf de 2 ml, previamente esterilizado,

uno para cada muestra, marcando cada uno de estos tubos con la información del diente y lado donde se obtuvo el residuo de cálculo dental.

Preparación de la muestra para observación microscópica

En total se obtuvieron cuatro tubos Eppendorf con los residuos del cálculo dental del respectivo diente. Una fracción de aproximadamente 1 mm de cálculo dental, fue transferido a otro tubo Eppendorf, al cual se añadió 1,5 ml de solución salina fisiológica (SSF) al 5%, el cual se dejó por 48 horas a temperatura ambiente. Luego con una bagueta de vidrio estéril (una para cada caso), se hizo un homogenizado del residuo del cálculo dental humedecido, hasta quedar disuelto.

Con este homogenizado, se transfirió una gota de esta muestra, a la cual se añadió cuatro gotas de SSF al 5%, en una luna portaobjetos donde se había añadido previamente una gota de glicerol. Luego se cubrió con una luna cubreobjetos y quedó listo para observación microscópica.

Este procedimiento se realizó entre tres a cinco veces para cada muestra, y así tratar de visualizar la mayor cantidad de muestras y poder identificar los almidones que se haya separado de la fracción mineralizada del cálculo dental.

Identificación de los granos de almidón aislados

Para la identificación de los granos de almidón, se utilizó un microscopio óptico de luz simple y luz polarizada marca Leica, y una colección de referencia moderna de almidones de plantas comestibles, tanto tubérculos, raíces reservantes, cereales, frijoles de diversas especies y frutas nativas. Los granos de almidón fueron identificables porque conservaron su forma y características de la superficie, y algunos todavía exhibieron bien la típica cruz que produce cuando se pasa la luz polarizada.

Una vez identificados los granos de almidón, estos fueron medidos mediante un retículo de medición en micras que está insertado dentro del ocular. Los granos de almidón fueron así fotografiados con una cámara digital SONY Cybershot de 12 megapíxel, para su análisis posterior. Finalmente se utilizaron los trabajos de Piperno y Dillehay (2008), Reichert (1913); Loy (1990); Piperno (2006); Torrence & Barton 2006).

Resultados y Discusión

Identificación de los almidones antiguos en el cálculo dental

Se realizaron análisis microscópicos a partir del cálculo dental de una muestra de cuatro dientes (incisivos 1 y 2 del arco dentario izquierdo, incisivo 2 del arco derecho, y premolar 2 del arco izquierdo, tabla 1), los cuales permitieron aislar e identificar los almidones de: *Zea mays* "maíz", *Solanum tuberosum* "papa" y *Phaseolus vulgaris* "frijol".

Tabla 1.- Almidones antiguos identificados del cálculo dental del entierro mochica de Huaca Cao Viejo

Diente	Lado	Almidón identificado	Medidas (micras)	Observaciones
I ₁ mandíbula, arco izquierdo	lingual	<i>Phaseolus vulgaris</i>	29,9 μ largo por 23,4 μ ancho	
I ₂ mandíbula, arco derecho	lingual	<i>Zea mays</i>	23,4 μ largo por 19,5 μ ancho	Esférico
		<i>Zea mays</i>	18,2 μ largo por 18,2 μ ancho	Poliédrico
I ₂ mandíbula, arco izquierdo	lingual	NEGATIVO		No se observaron almidones
P ₂ mandíbula, arco izquierdo	lingual	<i>Solanum tuberosum</i>	26 μ largo por 23,4 μ ancho	Típico
		<i>Zea mays</i>	23,4 μ largo por 20,8 μ ancho	Poliédrico

De las plantas identificadas, resulta lógica la presencia de almidones de dos plantas cuya presencia como restos macrobotánicos está acreditada para los diversos sitios mochica de la costa norte del Perú, como es el caso de *Zea mays* “maíz”, uno de los cultivos más importantes para las diversas culturas que se asentaron en la costa norte prehispánica, y de la que incluso hay evidencias de diversas razas que fueron cultivadas por los mochica.

En el otro caso se trata de una leguminosa cultivada como es *Phaseolus vulgaris* “frijol”, que incluso tuvo un rol adicional relacionado con representaciones en la iconografía moche, donde se observa que los ejemplares están representados en diversas formas y distribución de patrones de color. Los restos arqueobotánicos de este cultivo, también revelan diversas formas y colores, lo que indica una gran variedad de cultivares, que actualmente son extintos, tal como ocurre con las razas nativas de maíz.

La presencia de restos de “papa” en nivel macrobotánico (tubérculos deshidratados) y microbotánico (almidones) han sido presentados por Ugent *et al.*, (1982) para el período formativo de sitios costeros en Casma. También está presente en forma de almidón desde el precerámico en recipientes de *Lagenaria siceraria* “mate”, sin embargo para la época Moche solo hay representaciones de este cultivo en ceramios escultóricos que demuestran que conocían a este tubérculo, pero no hay evidencias de sus restos macro o microbotánicos.

Por lo tanto y habiendo revisado la información de diversos sitios mochica en la costa norte, la evidencia del almidón reportado en el cálculo dental de este entierro mochica, constituye una evidencia de su consumo y posiblemente que los moche estaban cultivando. Actualmente en algunos valles de la costa norte es posible cultivar algunas variedades de “papa” y se llega a cosechar con buenas producciones, tal como hemos observado en el valle de Chao y Virú.

Este hallazgo de restos microbotánicos (almidón) de “papa” nos lleva a proponer que posiblemente los restos de este cultivo están infravalorados para el registro arqueobotánico de la costa peruana, porque sus restos macro son difíciles de conservarse (a excepción de los casos de Casma) y los investigadores locales no hacen análisis de los restos microbotánicos, en

restos de sedimentos de vasijas o como en este caso en el cálculo dental de los entierros de esta época.

No se trata de un caso aislado, la presencia de “papa” en un sitio moche, ya anteriormente se había reportado restos microbotánicos (polen) para el sitio Dos Cabezas (Reinhart et al, 2007) y últimamente para un sitio mochica del valle de Jequetepeque, donde se reportan granos de almidón de “papa” en sedimentos de vasijas de la misma época (Guy Duke, comunicación personal 2014), pero no se le había otorgado la debida importancia.

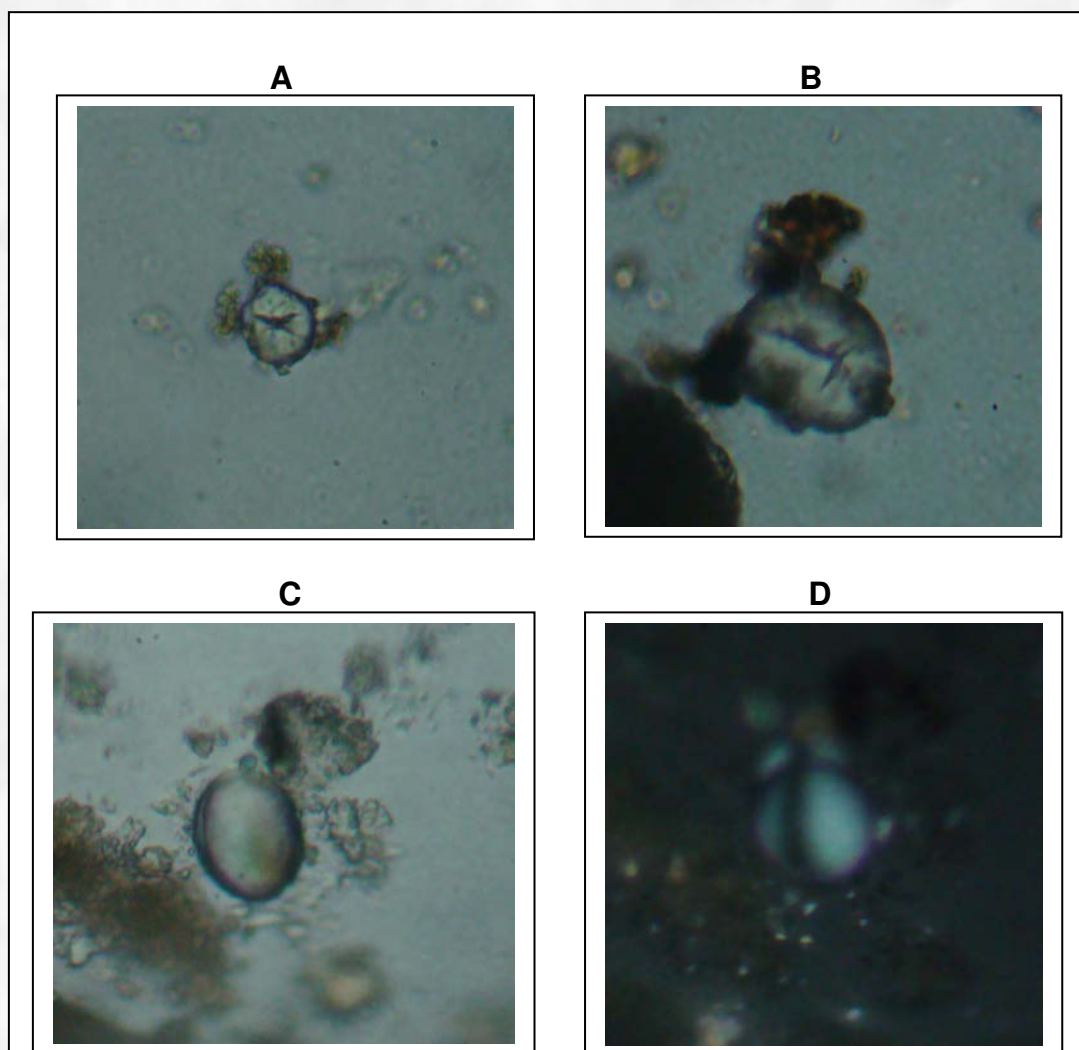


Figura 3. (A) Almidón de *Zea mays* “maíz” aislado del cálculo dental del entierro mochica, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X, (B) Almidón de *Phaseolus vulgaris* “frijol” aislado del cálculo dental del entierro mochica, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X (C) Almidón de *Solanum tuberosum* “papa” mide 26 μ de largo por 23,4 μ de ancho, captura con microscopio óptico de luz simple a 400X, (D) El mismo grano de almidón de “papa” con captura de microscopio óptico de luz polarizada a 400X, donde se observa la típica cruz que causa la luz polarizada y que permite observar la posición excéntrica del hilum, una característica diagnóstica en los almidones de “papa”.

Consumo de los almidones y formación del cálculo dental

El cálculo dental es un depósito de sales calcio y fósforo con el acumulo sostenido de minerales tales como hidroxapatita, sílice y witlockita, entre otros componentes, que se acumula y adhiere en superficies dentarias de difícil acceso (Caballero et al, 2010).

Dentro de esta formación de características minerales, se encuentran atrapados almidones, fitolitos e incluso diatomeas, tal como reporta Dudgeon y Tromp (2012). El aislamiento y la identificación de diatomeas del cálculo dental están permitiendo actualmente conocer de qué fuentes acuíferas los individuos en estudio estaban bebiendo agua.

Por el tiempo de formación del cálculo dental, esta información solo nos puede indicar los residuos de almidones en la dieta de estos individuos, la información obtenida es valiosa, porque permite conocer de manera directa una parte de esta dieta. Una visión a partir de la química inorgánica, incluyendo un análisis cristalográfico, permitiría saber de la variedad que pueden tener en su composición química dependiendo del sitio donde habiten las personas.

También es factible que la composición varíe de una persona a otra o inclusive dentro de la misma boca de cada persona, por el efecto de la composición de la dieta. Según estudios odontológicos y químicos, tenemos que alertar que las interpretaciones que surgen a partir de los análisis de almidones antiguos aislados del cálculo dental, tienen que tomar estas consideraciones, además de las tafonómicas y de la dinámica que hayan tenido estas poblaciones mochica en el valle de Chicama.

Por otro lado, el tiempo requerido para la formación de cálculo supragingival, en los dientes de algunas personas, es aproximadamente dos semanas, momento en el cual el depósito puede contener ya alrededor del 80% del material inorgánico hallado en el cálculo maduro. La primera evidencia de calcificación puede ocurrir a los pocos días, pero la formación de un depósito de composición cristalina, característica del cálculo maduro requiere meses o años, en general un promedio de 2-3 años (Schroeder, 1969).

Según estas consideraciones, los resultados obtenidos al aislar e identificar los granos de almidón antiguos de los cálculos dentales de este individuo sacrificado, sería el reflejo de la dieta de carbohidratos (en este caso almidones de maíz, frijol y papa) de los últimos 2 años, en especial porque hemos observado una buena formación del cálculo dental en los dientes incisivos mandibulares, lo que coincide con la conservación de los almidones aislados e identificados, por lo tanto es correcto sugerir que el cálculo dental es una excelente fuente de gránulos de almidón que estarían bioquímicamente inalterados.

Sacrificio mochica y consumo de alimentos

El tema de los sacrificios humanos en la época moche está bien representado en la iconografía moche, donde se presentan asociados a

ceremonias rituales con objetivos específicos, a los cuales los investigadores les han otorgado nombre como “Sacrificios de la Montaña” (Bourget, 1997), “Sacrificios en las Plazas”, como es el caso de este individuo sacrificado en la Huaca Cao Viejo.

Los individuos sacrificados, según los especialistas en Moche eran prisioneros capturados en las guerras o conflictos ocurridos en ese tiempo, y eran mantenidos en suplicio antes de su muerte. Los especialistas indican que antes del sacrificio, a estos individuos se les hacía beber una sustancia psicotrópica, y posiblemente algún líquido con un veneno.

Sin embargo se desconocen lo que estos prisioneros, víctimas de los sacrificios, consumían en el tiempo previo a su muerte. En nuestro caso hay evidencias directas, que este individuo había consumido regularmente “maíz”, esto en función a la cantidad de almidón de esta planta en el cálculo dental (tabla 1), “frijol” y eventualmente “papa”. El acusado desgaste oclusal de sus molares, sugiere también para los especialistas en antropología física que analizaron este individuo, que habría consumido una buena cantidad de mariscos y harinas.

No hay datos comparativos sobre el efecto que tienen el consumo de mariscos y por ejemplo el consumo de “maíz” en forma de mazorca hervido o tostado como “cancha”, en el desgaste de la dentición humana. Esta característica se hace evidente, si tenemos en cuenta que este individuo tenía al momento de su muerte entre 17 y 19 años, es decir había un gran desgaste por alimentos abrasivos en su dentición, que no eran compatibles con su edad.

Los datos isotópicos para entierros mochica, como el caso de los entierros de Dos Cabezas en el valle de Jequetepeque, indican que había consumo de maíz (White et al, 2009), también los análisis isotópicos del cabello de la Señora de Cao, indicaron consumo de “maíz” durante la vida de esta jerarca que vivió en Huaca Cao Viejo. No está claro aún, por lo escaso de los estudios, si el “maíz” era un alimento exclusivo para las personas de alta clase social en la sociedad moche o era más restringido para las clases sociales populares.

Como habíamos indicado anteriormente, la presencia de almidón de “papa” en el cálculo dental de este individuo sacrificado, nos permite conocer con seguridad que los moche, estaban consumiendo este tubérculo. El problema nuevamente, es que por tratarse de una evidencia de muy difícil conservación en los contextos arqueológicos a nivel macrobotánico, se ha descuidado la evidencia microbotánica y por lo tanto hay una parte de la agricultura prehispánica costera, que está desconocida para esta planta.

Conclusiones

El presente estudio demuestra que a partir de dos técnicas microscópicas y simples homogenizados de fracciones pequeñas de cálculo dental, es posible aislar e identificar granos de almidón de individuos con fechas de hace dos milenios, que es cuando estuvo en todo su apogeo la

cultura moche. También se ha podido demostrar mediante este análisis, que hay evidencia directa de consumo de “maíz”, tal como se informaba con los datos isotópicos de un sitio moche en el valle de Jequetepeque y los datos isotópicos de la Señora de Cao. Finalmente hay una evidencia directa de consumo de “papa”, el cual necesita un seguimiento para conocer nuevos aspectos de este cultivo en contextos arqueológicos costeros.

Agradecimientos: Nuestro especial agradecimiento a la dirección del Proyecto Complejo Arqueológico El Brujo, por permitirnos tener acceso a estas evidencias y realizar los estudios. También nuestro agradecimiento al Dr. Gabriel Dorado (Universidad de Córdoba, España), por el aporte de bibliografía especializada sobre temas bioarqueológicos del área andina. Este trabajo fue realizado con el financiamiento del fondo especial para investigaciones que mantiene todos los años el Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS” producto de sus servicios que realiza.

Referencias bibliográficas

Bourget S. (1997): La colère des ancêtres: découverte d'un site sacrificiel à la Huaca de la Luna, vallée de Moche. En: À l'ombre du Cerro Blanco: Nouvelles découvertes sur la culture Moche, côte nord du Pérou. Edité par C. Chapdelaine. Les Cahiers d'Anthropologie, no. 1: 83-99, Université de Montréal, Montréal

Caballero J, Fonseca MA, Parra CE (2010): Cálculo dental: una revisión de literatura y presentación de una condición inusual. *Acta Odontológica Venezolana*. Volumen 49 Nº 3 / 2011

Dobney K, Brothwell D. (1986): Dental calculus: its relevance to ancient diet and oral ecology. In: Cruwys, E., Foley, R.A. (Eds.), *Teeth and Anthropology*. BAR International Series, vol. 291. BAR, Oxford, pp. 55–81.

Dudgeon J, Tromp M. (2012): Diet, Geography and Drinking Water in Polynesia: Microfossil Research from Archaeological Human Dental Calculus, Rapa Nui (Easter Island). *International Journal of Osteoarchaeology*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/oa.2249

Hardy K, Blakeney T, Copeland L, Kirkham J, Wrangham R, Collins M (2009): Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science* 36 (2009) 248–255

Loy, TH (1990): Prehistoric organic residues: Recent advances in identification, dating, and their antiquity. *Archaeometry '90*, Ed. Ernst Pernicka. Basel, Boston. Springer Verlag. Pages 645-656

Piperno, DR (2006): Identifying Manioc (*Manihot esculenta* Crantz) and other crops in Pre-Columbian Tropical America through Starch Grain Analysis: A Case Study from Central Panama. In: *Documenting Domestication New Genetic and Archaeological Paradigms* Edited by Melinda A. Zeder, Daniel G. Bradley, Eve Emshwiller, and Bruce D. Smith. Chapter 5, Pp. 46-67

Piperno D, Dillehay T. (2008): Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proceedings National Academic Science* 105 (50): 19622-19627

Reichert, ET (1913): *The Differentiation and Specificity of Starches in Relation to Genera, Species, etc.* Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C.

Reinhard KJ, Vaughn B, Dorsey S. (2007): Comment on Reinterpreting the Pollen Data from Dos Cabezas. *International Journal Osteoarchaeology* 17: 531–541 (2007)

Schroeder HE (1969): Formation and inhibition of dental calculus. *J 1969 Periodontol.* Nov;40(11):643-6.

Torrence R, Barton H (2006): *Ancient Starch Research.* Left Coast Press. 256 pp.

Ugent D, Pozorski S, Pozorski T (1982): Archaeological Potato Tuber Remains from the Casma Valley of Peru. *Economic Botany*, Vol. 36, Nº 2, New York, 182-192.

White CD, Nelson AJ, Longstaffe FJ, Grupe GA, Jung A (2009): Landscape bioarchaeology at Pacatnamu, Peru: inferring mobility from d13C and d15N values of hair. *Journal Archaeological Science* 36, 1527e1537.

Relieves con motivos zoomorfos en Xochicalco, Morelos

Eduardo Corona-M.

Instituto Nacional de Antropología e Historia. Centro INAH Morelos, Matamoros 14, Col. Acapantzingo.
Cuernavaca, Morelos, 62440, México. Correo electrónico: ecoroma09@gmail.com

Resumen

Xochicalco es una localidad mexicana del período Epiclásico (700-900 EC) donde se ha efectuado un proyecto de investigación arqueológica de largo plazo, incluido el análisis de restos animales. De aquí también se recuperaron 400 losas labradas con representaciones de fauna, tanto con vertebrados como invertebrados.

En este trabajo se discute la identificación de 286 losas ya que presentan claros rasgos diagnósticos y donde se reconocen 18 morfotipos, entre los que se encuentran mariposas, aves, reptiles y mamíferos. Estos resultados se comparan con aquellos obtenidos en la identificación de restos animales, lo que permite resaltar la importancia de algunos recursos faunísticos utilizados por esa cultura mesoamericana.

Palabras clave: fauna, Xochicalco, Mesoamérica, Epiclásico, zooarqueología.

Abstract

Xochicalco is a Mexican locality from Epiclassic period (700-900 CE) where a long-term archaeological research has been developed, including the animal remains analysis. From here, also were retrieved 400 engraved stones with animal representations, both vertebrates and invertebrates.

This paper deals with the faunal identification of 286 engraved stones, since have diagnostic features where were identify 18 morphotypes, such as: butterflies, birds, reptiles and mammals. The represented animal diversity is compared with those obtained from the bone remains analysis and remarks the importance of some faunal resources used by this mesoamerican culture.

Keywords: fauna, Xochicalco, Mesoamérica, Epiclassic, Zooarchaeology.

Introducción

Un componente auxiliar en el análisis de las relaciones hombre-fauna lo constituyen las representaciones zoomorfas en pintura y escultura, entre otros formatos pictográficos (Sparkes, 1997; O'Connor, 2000; Casado y Mirambell, 2006; Corona-M. y Arroyo-Cabrales, 2007, Corona-M. 2010). Estos elementos analizados en conjunto con la información arqueozoológica, ofrecen la oportunidad obtener una panorámica más completa de dichas relaciones ya que son evidencias tanto de los aspectos utilitarios, como son las formas de obtención y los aprovechamientos, como de los aspectos simbólicos o rituales. Evidencias que no siempre se encuentran en los restos físicos.

Las representaciones animales en pintura y escultura producidas por las diversas culturas de Mesoamérica, han sido objeto de diferentes aproximaciones para su identificación y análisis, ya sea desde la perspectiva naturalista (p. ej.: Herrera, 1924; Hoffman, 1931; del Campo, 1979; Beutelspacher, 1999), o bien desde la interpretación simbólica (p. ej: Tozzer y Allen, 1910; Seler, 2004, entre muchos otros).

Sin embargo, la base de estos datos debe ser la precisión en la identificación biológica de esas representaciones es la llave de acceso hacia la información tanto biológica como cultural (Polaco, 1991). Por tanto este tipo de estudios, aun cuando no son frecuentes, si se atienden bajo la premisa señalada, nos permiten caracterizar los atributos estrictamente biológicos, como pueden ser: morfología, historia natural, distribución y ecología, de aquellos propiamente culturales en una representación, lo que contribuye a junto con otros elementos de análisis de estilo y forma, entre otros, a desentrañar el simbolismo de estas manifestaciones (Knight, 2012).

El objetivo del presente trabajo es presentar una aproximación a la identificación biológica de las losas labradas con representaciones zoomorfas, tanto con vertebrados como invertebrados, así como comparar estas identificaciones con los registros de arqueofauna previamente obtenidos, lo que nos ofrece una idea acerca de la importancia de algunos grupos de fauna para la cultura que habitó este sitio.

Sitio de estudio

Xochicalco es un sitio declarado por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad. Se encuentra localizado en el Estado de Morelos (México) a 32 km de la Ciudad de Cuernavaca (González and Garza, 1994). El Estado de Morelos forma parte de la región Cuenca del Río Balsas (sombreado, Figura 1) y también se ubica en la llamada Zona Transicional Mexicana, donde se entrecruzan las dos grandes regiones biogeográficas americanas: la Neártica y la Neotropical. Esta ubicación particular es escenario de una alta diversidad zoológica (Corona-M. 2008).

El surgimiento de Xochicalco se da a partir de la caída de Teotihuacán, con un período de ocupación principal entre 700 y 900 E.C., ubicado en el horizonte del Preclásico en la cronología mesoamericana (Figura 1). Xochicalco muestra un desarrollo como ciudad fortificada, que en su momento fue importante en el plano militar, urbano y ceremonial, aspectos de relativa similitud con en otros asentamientos culturales contemporáneos, tales como El Tajín, Veracruz; Cholula, Puebla y Cacaxtla, Tlaxcala.

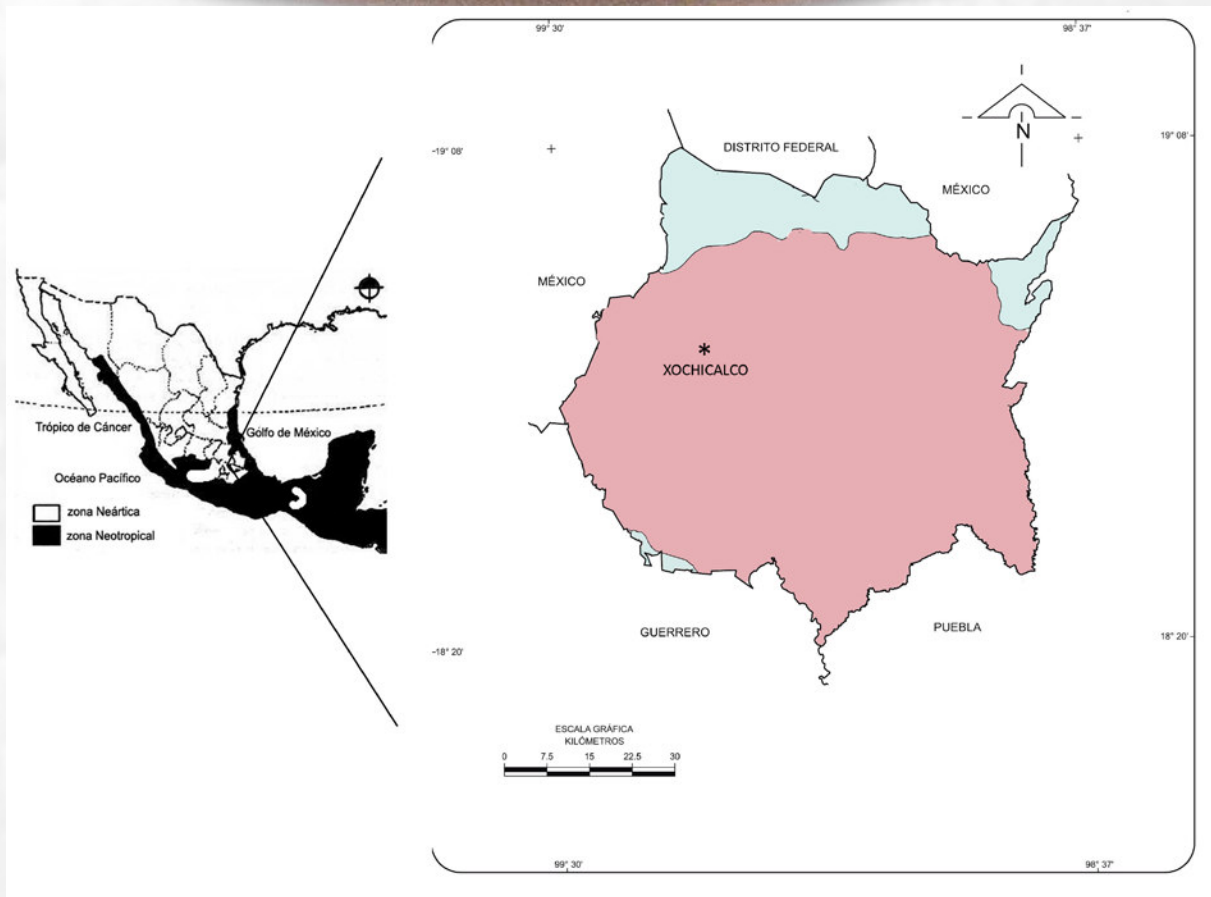


Figura 1. Ubicación aproximada de la localidad de Xochicalco tanto en el Estado de Morelos (México) como entre las dos regiones biogeográficas de América.

En los últimos veinte años se ha intensificado la investigación arqueológica del sitio por el proyecto encabezado por los Arqueólogos Norberto González y Silvia Garza. En este proyecto se incluyen los estudios arqueozoológicos, donde se ha identificado una diversidad de vertebrados que comprende peces, reptiles, aves y mamíferos (González and Garza, 1994, Corona-M, 2008).

Material y Métodos

En los ya referidos trabajos de exploración efectuados González y Garza se recobraron cerca de 400 losas labradas. La Arqlga. Silvia Garza elaboró los dibujos de cada una de ellas, mismos que sirvieron de base para la identificación y que se encuentran depositados en los archivos del Proyecto Xochicalco. Una buena parte de estas representaciones se ubican en la denominada “Rampa de las Losas de los animales” dentro del sitio arqueológico, aunque se han hallado otras dispersas en otros puntos del sitio o como material constructivo de reuso, sin embargo no es la intención de este artículo discutir la ubicación y distribución particular de las losas.

De las representaciones en losas se determinó trabajar en características reconocibles y particulares que permitieran establecer patrones característicos que los distinguieran de otros grupos, a lo que se denomina un

morfotipo animal, lo que incluye algunas variantes dentro de ese grupo, con base en ello se determinó la clase zoológica, y en su caso la identificación más cercana a nivel especie. En 286 losas se logró determinar la identificación de algún morfotipo, el resto se consideran ejemplares no identificables, aunque se sigue trabajando en su caracterización, por lo que las cifras aquí presentadas pueden modificarse en el futuro.

Resultados

Se establecieron 18 morfotipos y cuatro clases zoológicas, de ellas los niveles taxonómicos que se reconocen son cuatro especies, dos géneros, siete familias y dos órdenes (ver figura 2 y tabla 1). De la identificación de los morfotipos se hacen algunas consideraciones sobre sus características particulares:



Figura 2. Representación de los principales morfotipos biológicos en la muestra analizada, más detalles en el texto.

Tabla 1. Se detalla los morfotipos, la identificación taxonómica al nivel de clase y, en su caso, al taxón identificable más cercano al nivel de especie. Para cada uno de ellos se indica la cantidad, así como la presencia de restos de arqueofauna (basado en Corona-M., 2008).

Taxón Identificable	cantidad	Arqueofauna
Lepidóptera	13	
mariposa con fauces	21	
alas de mariposa	7	
Viperidae (Crotalinae)	73	
Colubridae	7	
Serpentes	2	
Strigidae (<i>Bubo / Asio</i>)	28	
Cracidae (<i>Penelope purpureascens / Crax rubra</i>)	12	
<i>Dendrortyx</i> sp.	1	
<i>Meleagris gallopavo</i>	1	x
Accipitridae (<i>Caracara plancus / Spizaetus</i>)	8	
Amazona sp.	4	
<i>Geococcyx velox</i>	2	
Cuculidae (<i>Piaya / Dromococcyx</i>)	4	
Passeriformes	9	
Aves no determinables	12	
Canidae (<i>Canis / Urocyon</i>)	17	x
Canidae (<i>Canis lupus / latrans</i>)	8	x
<i>Puma concolor</i>	27	x
<i>Panthera onca</i>	10	x
Felidae: lince (cf. <i>Lynx rufus</i>) o jaguar juvenil	3	x

Clase Insecta:

Orden Lepidóptera. Cuerpo que puede ser redondo u ovalado, con dos antenas en el extremo de la cabeza y alas alrededor del cuerpo (Figura 2.1). Hay dos variantes, en una la cabeza presenta fauces con dientes triangulares y lengua. En algunos casos una protuberancia en la nariz. Esto podría ser una representación de una mariposa adicionada con símbolos, pero tampoco puede descartarse un murciélago, se contabiliza aparte y se asigna como morfotipo insecto con ornamento de mamífero (Figura 2.2). La otra son fragmentos con alas tipo mariposa, pero no se conserva el resto del cuerpo (Tabla 1).

En cuanto a los vertebrados se tienen los siguientes,

Clase Reptilia:

Familia Viperidae, Subfamilia Crotalinae, son las víboras de cascabel americanas, se caracterizan por la cabeza con dientes, una "lengua" muy larga, el cascabel en la punta de la cola, el cual puede estar adornado con plumas, algunas llegan a presentar algún dibujo corporal (Figura 2.3).

Familia Colubridae, serpientes sin cascabel. La característica principal del morfotipo es la ausencia de cascabel (Figura 2. 4).

En algunos casos sólo se representa la cabeza de la serpiente (Tabla 1).

Clase Aves:

Familia Strigidae. Se observa el barrado en el cuerpo y las alas, así como las plumas ornamentales de la cabeza (“orejas”), estas características se encuentran presentes en los géneros *Bubo* y *Otus*, que pueden tener un tamaño pequeño a mediano (Figura 2.5), aspectos no determinables en la representación.

Familia Cracidae: No presentan pata rapaz, el cuerpo es similar a una gallinácea y la cresta se encuentra bien desarrollada (Figura 2.6). Estos podrían asociarse al pavo de monte o cojolite (*Penelope purpurascens*) o al hocofaisán (*Crax rubra*)

Familia Phasianidae. De esta hay dos variantes, una con pico corto y triangular, cresta pequeña (Figura 2.7). Otra, cuerpo grueso, plumaje vasto y carúncula (Figura 2.8). Los primeros pueden corresponder a las llamadas gallinas de monte (*Dendrortyx* sp.) y similares, mientras que los segundos se asocian a los pavos o guajolotes (*Meleagris gallopavo*).

Falconiformes. La pata es de tipo rapaz, generalmente con tres dedos curvados, el pico es curvo en maxila y mandíbula. En la mayoría de los casos se presenta una cresta que sobresale ligeramente hacia la parte posterior de la cabeza y un barrado en el cuerpo (Figura 2.9). Los halcones (Falconidae) y águilas (Accipitridae) comparten estas características.

Familia Psittacidae: El pico es curvo en el maxilar, la mandíbula es curva y recortada en la parte basal, pata con dos dedos y no es de tipo rapaz, la cola es corta, similar a los pericos (*Amazona* sp.) (Figura 2.10).

Familia Cuculidae, con dos variantes: a) un ave terrestre en actitud corredora, con barrado corporal y una pequeña cresta (Figura 2.11), que puede asociarse a los correcaminos (*Geococcyx velox*); b) ave con cola larga, barrada y una pequeña cresta, parece estar perchando en alto (Figura 2.12), estos pueden ser algunos cucúlidos, como el pájaro ardilla (*Piaya cayana*) o similares.

Passeriformes. Picos cortos, cabezas redondas, patas pequeñas y cortas en relación al cuerpo (Figura 2.13).

Clase Mammalia:

Familia Canidae. Rostro alargado, oreja triangular, cola de mediana a larga, garras en las extremidades, cuerpo liso (Figura 2. 14) y otra con líneas en el cuerpo una cola esponjada (Figura 2. 15). Los primeros pueden relacionarse con un forma de tipo perro y/o zorra, Mientras que los segundos pueden ser de tipo lobo y/o coyote.

Familia Felidae. Rostro corto, orejas redondeadas, cola larga, garras en las extremidades. Las variantes son: a) cuerpo liso (Figura 2.16), el cual se relaciona con el puma; b) cuerpo con manchas que se asocia al jaguar (Figura 2. 17); c) cuerpo corto y con rayas (Figura 2.18), que puede ser un lince o bien un jaguar juvenil.

En la figura 3, se observa la cantidad de losas por clase zoológica y los morfotipos que contiene cada una de ellas. De ella se deriva que las más abundantes son las figuras de aves y reptiles, pero las más diversas son las de aves y mamíferos.

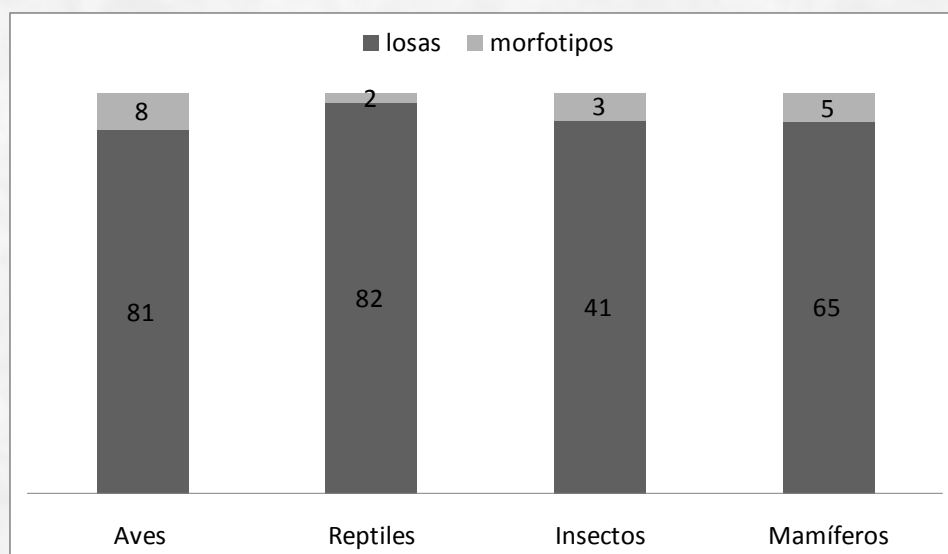


Figura 3. Relación entre morfotipos por clase y taxones identificables en las losas labradas.

Discusión y Conclusión Preliminar

El procedimiento de identificar por morfotipos nos permitió en varios casos acercarnos lo más posible a una caracterización que resta elementos de especulación, y aunque en varios casos, la identificación no es a nivel de especie, ello puede sugerirnos que, como sucede en otros casos de Mesoamérica y en la propia taxonomía tradicional de grupos indígenas, tal vez se intente reflejar un conjunto de organismos, más que especies determinadas.

Todos los organismos identificables se encuentran en la región o han sido parte de los escenarios naturales de la localidad, aunque en tiempos recientes esta se haya modificado por la creciente urbanización. Es decir, son elementos con alta disponibilidad local.

Las discusiones por la asimetría entre los organismos que se representan en arte y el registro arqueofaunístico tiene larga data y no hay un acuerdo en cuanto a cómo evaluar estas diferencias (ver Mithen, 1988; Knight, 2012), ni tampoco de su interpretación, es decir si es arte por el arte mismo, o si son representaciones asociadas a la cacería o las características simbólicas que les atribuye la cultura que las elabora. Por el momento, no se cuenta con elementos para discernir estas preguntas, pero con los datos disponibles (Tabla 1) se observa que los cánidos, los felinos y el guajolote se encuentran en los dos registros, en representación y en resto óseo. Sin embargo, también llaman la atención aquellos grupos que no se encuentran representados en la arqueofauna, como son varias aves y reptiles. El caso de las mariposas sería el único donde es predecible que no exista en dicho registro.

Otro elemento a destacar es la ausencia de mamíferos grandes, como los venados; o pequeños, liebres y conejos, o reptiles como las iguanas. Todos ellos, encontrados en el registro del sitio, que formaron parte de la dieta y el

simbolismo de las culturas mesoamericanas, pero no están presentes en estas representaciones.

Lo mismo el caso de los moluscos y otros invertebrados marinos que sabemos se encuentran representados en esculturas tridimensionales del sitio y que también están en el registro arqueozoológico, pero no están representados en estas losas.

Con esta aproximación, es posible ver que además de la identificación biológica, se debe intentar caracterizar lo que representó para la cultura de Xochicalco este conjunto de losas: tal vez una especie de inventario local, si fueron simbolismos particulares de alguno de sus gobernantes, así como explicar las asimetrías en los distintos registros (arqueofauna y representaciones). Es decir, al momento contamos con más preguntas que respuestas. Sin embargo, cabe destacar que las representaciones de fauna en las losas labradas de Xochicalco son una de las más ricas y abundantes del período posterior a Teotihuacán, que lo hace un caso particular en Mesoamérica.

Agradecimientos

A los arqueólogos. Norberto González (†) y Silvia Garza, Directores del Proyecto Xochicalco, quienes han dado todas las facilidades para efectuar los estudios de fauna. En particular a la Profesora Garza por permitirme revisar los dibujos de las losas.

Referencias Bibliográficas

- 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.
- Corona-M. E. (2008): Zoogeographical affinities and the use of vertebrates in Xochicalco (Morelos, Mexico). *Quaternary International* 180: 145-151.
- Corona-M. E (2010): El arte rupestre, expresión de las relaciones entre hombre y fauna. *El Tlacuache Suplemento Cultural, Centro INAH Morelos & La Jornada Morelos*, 410: 3.
- Corona-M. E., Arroyo-Cabrales J (2007): Human- faunal relationships a look from palaeoecology to taphonomy. In: *Human and Faunal relationships reviewed: An Archaeozoological approach* Edited by Eduardo Corona-M. and Joaquín Arroyo-Cabrales, pp. 1-3, Oxford, British Archaeological Reports International Series, Archaeopress.
- González, N, Garza S (1994): Xochicalco. *Arqueología Mexicana* 10: 70-74.
- Herrera M (1924): Las representaciones zoomorfas en el arte antiguo mexicano. In: *Clásicos de la Etnobiología* editado por Arturo Argueta, Eduardo Corona-M. y Angel Moreno Fuentes. *Etnobiología* 10 (suplemento 1, 2012): 14- 27.
- Hoffmann CC (1931): Las mariposas entre los antiguos mexicanos. In: *Clásicos de la Etnobiología* editado por Arturo Argueta, Eduardo Corona-M. y Angel Moreno Fuentes. *Etnobiología* 10 (suplemento 1, 2012): 44-46.

- Knight VJ (2012): *Iconographic Method in New World Prehistory*. New York, Cambridge University Press.
- 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.
- Mithen SJ (1988): *To Hunt or to Paint: Animals in the Upper Paleolithic*. *Man (New Series)*, 23(4): 671-695.
- O'Connor, T (2000): *The archaeology of animal bones, Gloucestershire*, Sutton Publishing.
- Polaco OJ (1991): *La fauna en el Templo Mayor, una aproximación metodológica*. In: *La fauna en el Templo Mayor*, editado por Óscar J. Polaco, Cap. 1 pp. 15–31, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, GV editores y Asociación de Amigos del Templo Mayor.
- Seler, E (2004): *Las imágenes de animales en los manuscritos mexicanos y mayas*. México, Editorial: Casa Juan Pablos.
- Sparkes BA (1997): *Painted birds at Pompeii*. *International Journal of Osteoarchaeology* 7: 350-353.

The background of the entire page is a dark purple color. It is covered with a repeating pattern of seashells. The shells are primarily white with purple or magenta-colored lines and patterns. Some shells are shown in a top-down view, while others are shown in a side profile. The shells are scattered across the page, creating a textured, decorative background.

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Algunas consideraciones acerca del hallazgo de una flauta globular de caracol marino en un contexto funerario Chachapoya (Provincia de Luya, Departamento Amazonas)

Klaus Koschmieder¹, Teresa E. Rosales Tham², Catherine Gaither³

¹ Universidad Libre de Berlín, Alemania; ² Arqueóloga, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas – ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo, Perú; ³ Department of Anthropology, Metropolitan State College of Denver, Estados Unidos

Resumen

El hallazgo de un caracol marino de la especie *Fusinus irregularis* en un contexto funerario Chachapoya deja sacar conclusiones sobre el rango social del individuo enterrado. El molusco ha sido modificado para que sirva como instrumento musical. Entre los demás objetos que acompañaron al personaje se identificaron dos cuencos finos de cerámica, cuentas de collar, un sarcófago en miniatura y varios objetos de metal. El ajuar funerario extraordinario y las fracturas que se observan en el cráneo del individuo masculino comprueban que el hombre fue un guerrero. Otros contextos funerarios similares están asociados con pinturas rupestres que muestran individuos con atributos de guerreros y escenas de la caza de cabezas trofeo. El cronista español Sarmiento de Gamboa nos informó que el sistema de *curacazgos*, hasta el momento postulado como la forma "ideal" de organización socio-política Chachapoya, fue introducido por los Inca. Investigaciones recientes dejan suponer que antes de la llegada de los Inca las sociedades Chachapoya fueron casi igualitarias con poca estratificación social. Probablemente carecían de autoridades políticas y solo en casos de una amenaza militar nombraron jefes de guerra.

Palabras clave: Chachapoya, organización social, flauta globular, sarcófagos, guerreros, cabezas trofeo.

Abstract

The find of a marine snail species, *Fusinus irregularis*, in a Chachapoya funerary context leads to a conclusion about the social status of the deceased. The mollusk has been modified to serve as a musical instrument. Two thin ceramic bowls, beads, a miniature sarcophagus, and various metal objects were among the other grave goods that accompanied the principal personage. These extraordinary funerary items and especially the fractures observed in the skull of this male individual offer strong evidence that the deceased was a warrior. Other funerary contexts similar to this one are associated with cave paintings depicting individuals with attributes of warriors and scenes of trophy head hunting. The Spanish chronicler Martin de Murúa informed us that the system of chiefdoms, which until now has been postulated as the "ideal" form of Chachapoya socio-political organization, was introduced primarily by the conquering Inca. Recent research proposes that before the arrival of the Inca, the Chachapoya societies were almost egalitarian with little social stratification likely lacking in political authority, and only in the case of a military threat they appointed warlords.

Keywords: Chachapoya, social organization, globular flute, sarcophagi, warriors, trophy heads.

Introducción

La cultura "arqueológica" Chachapoya (aprox. 800-1470 d.C.)

Los Chachapoya fueron inmigrantes que llegaron hacia un territorio extenso al este del río Marañón, donde eliminaron o desplazaron la escasa población autóctona (Koschmieder 2012, 2014). Su área de distribución, reconocido por sus restos arquitectónicos visibles, abarca una región entre las provincias de Bagua en el norte y Pataz en el sur, mientras el límite hacia el este, por falta de investigaciones, queda incierto (Figura 1). Al momento de la llegada de los españoles una población de aproximadamente medio millón de habitantes ocupó esta área geográfica (Lerche 1995).

Al parecer, el movimiento migratorio empezó a fines del Horizonte Medio (aprox. 800-1000 D.C.), pero no está claro de donde vinieron los diferentes grupos Chachapoya. Algunos investigadores postulan un origen serrano (p.ej. Bonavía 1998; Kauffmann y Ligabue 2003), otros piensan en una procedencia amazónica (p.ej. Koschmieder 2012). Lo cierto es que la tradición cultural Chachapoya no se desarrolló a nivel local o regional, ya que sus restos arqueológicos, especialmente la arquitectura, no tienen antecedentes en el territorio ocupado.

Los asentamientos residenciales Chachapoya, llamados *llaqta*, se ubican principalmente en las cumbres de las montañas y presentan una variable cantidad de recintos circulares u ovaladas (Guengerich 2014 a, b; v. Hagen 2002; Kauffmann y Ligabue 2003; Koschmieder 2012; Lerche 1986; Narváez 1988, 1996a, 1996b, 2013; Schjellerup 2005). La construcción de las *llaqta* en las alturas (2500-3500 msnm) obedecía en primer lugar a las condiciones climáticas favorables (Lerche 1986), ya que las bajas temperaturas permitían el almacenamiento y la conservación de los productos alimenticios, como el maíz (territorio norte) y la papa (territorio sur) (Koschmieder 2014).

Por lo general, los centros de población carecen de patios públicos y edificios imponentes de carácter ceremonial. La arquitectura pétreo y la organización del espacio interior de los recintos parecen muy uniformes y todavía no se han identificado residencias de élite (por ej. Koschmieder 2012; Narvaéz 1988, 2013).

Algo similar se observa en las prácticas funerarias Chachapoya. La forma de enterrar a los individuos en *chullpas* o en sarcófagos de apariencia antropomorfa fue un patrón común entre las diferentes poblaciones Chachapoya del norte (sarcófagos) y del sur (*chullpas*), ya que estos monumentos funerarios contienen los restos mortales de hombres, mujeres, niños, bebés y hasta animales, acompañados con objetos sencillos como pequeños ceramios o huesos trabajados (Koschmieder y Gaither 2010: 10). Solamente los sarcófagos de gran tamaño, elaborados de barro y paja, como los de Karajía, fueron interpretados como pertenecientes a personajes de alta jerarquía, como los *curacas* (Kauffmann y Ligabue 2003), pero estas figuras extraordinarias no contienen un ajuar funerario especial.

La aparente uniformidad de la arquitectura residencial y la falta de tumbas de élite, con la posible excepción de Karajía, nos dejó pensar que antes de la hegemonía Inca las sociedades Chachapoya fueron casi igualitarias (o acéfalas) con poca estratificación social (Koschmieder 2014). Pero nuestras últimas investigaciones en la Provincia de Luya revelaron también algunas formas de sepultamiento, reservadas para personajes de un rango social mayor (Koschmieder 2012, 2014; Koschmieder y Gaither 2010). En uno de los contextos funerarios se encontró un gasterópodo marino, el cuál ha sido modificado para que pueda servir como instrumento musical (flauta).

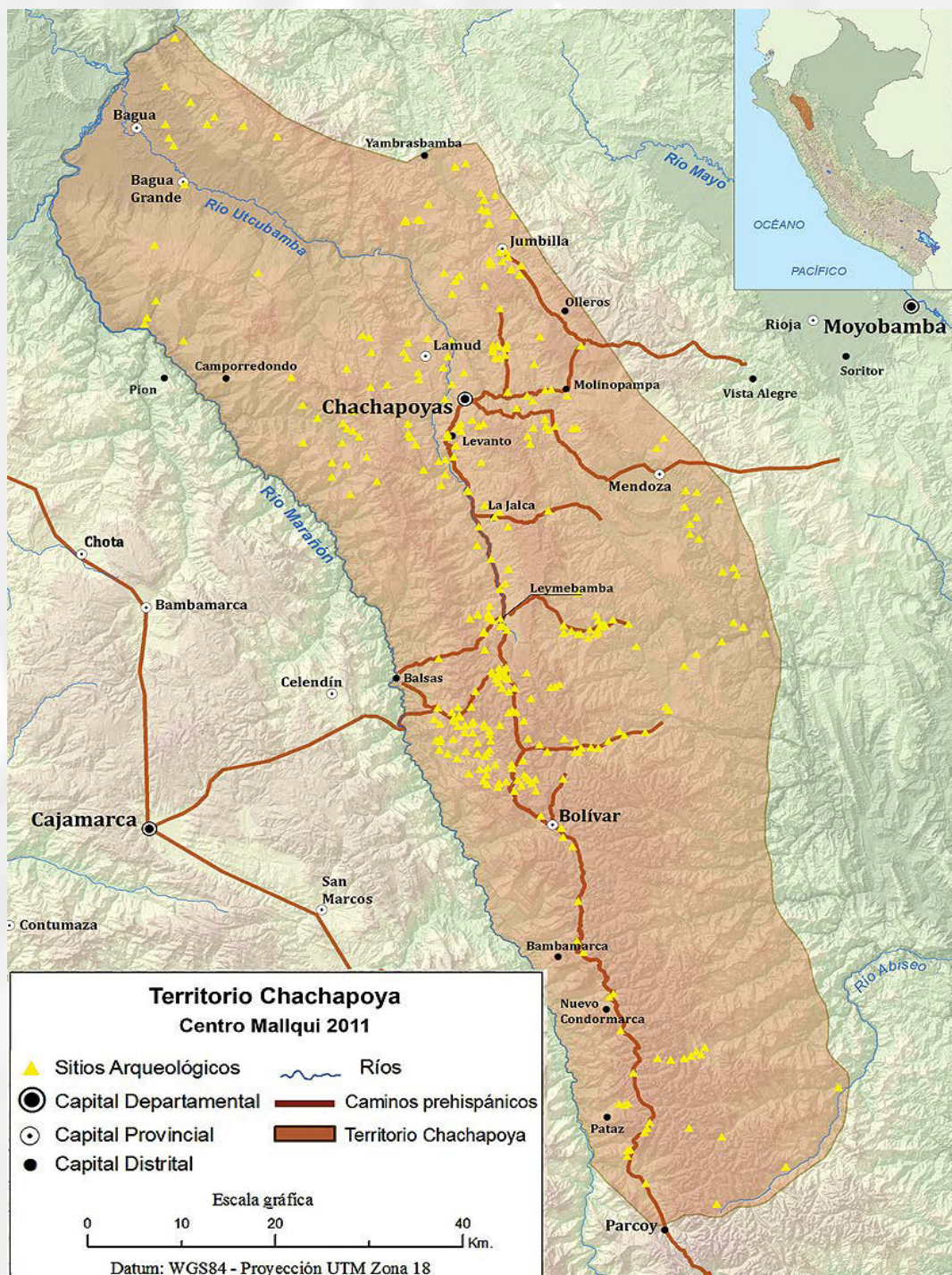


Figura 1. Mapa del territorio Chachapoya (Cortesía: S. Guillén, Centro Mallqui 2011)

El contexto funerario (PAJ 56-B) – Entierro No. 1

El sitio arqueológico PAJ 56-B fue registrado durante los trabajos de prospección el día 31 de mayo del 2007. Se ubica a unos 4 a 5 kilómetros hacia el noreste del pueblo de Lámud (Figura 2) a una altura de 2486 msnm. Se trata de un pequeño abrigo rocoso que se encuentra en la base de un acantilado. En el interior del abrigo se observaron rocas desprendidas y otras piedras de gran tamaño, amontonadas intencionalmente, las cuales taparon algunos entierros humanos. Estos se distribuían a un largo de 7,5-8,0 m (NE-SO) y un ancho de 1,0-2,0 m (NO-SE). En el lado noreste del abrigo registramos dos entierros importantes, uno cubierto con varias piedras medianas y grandes (Entierro N° 1) y el otro debajo de una roca grande (Entierro N° 3).

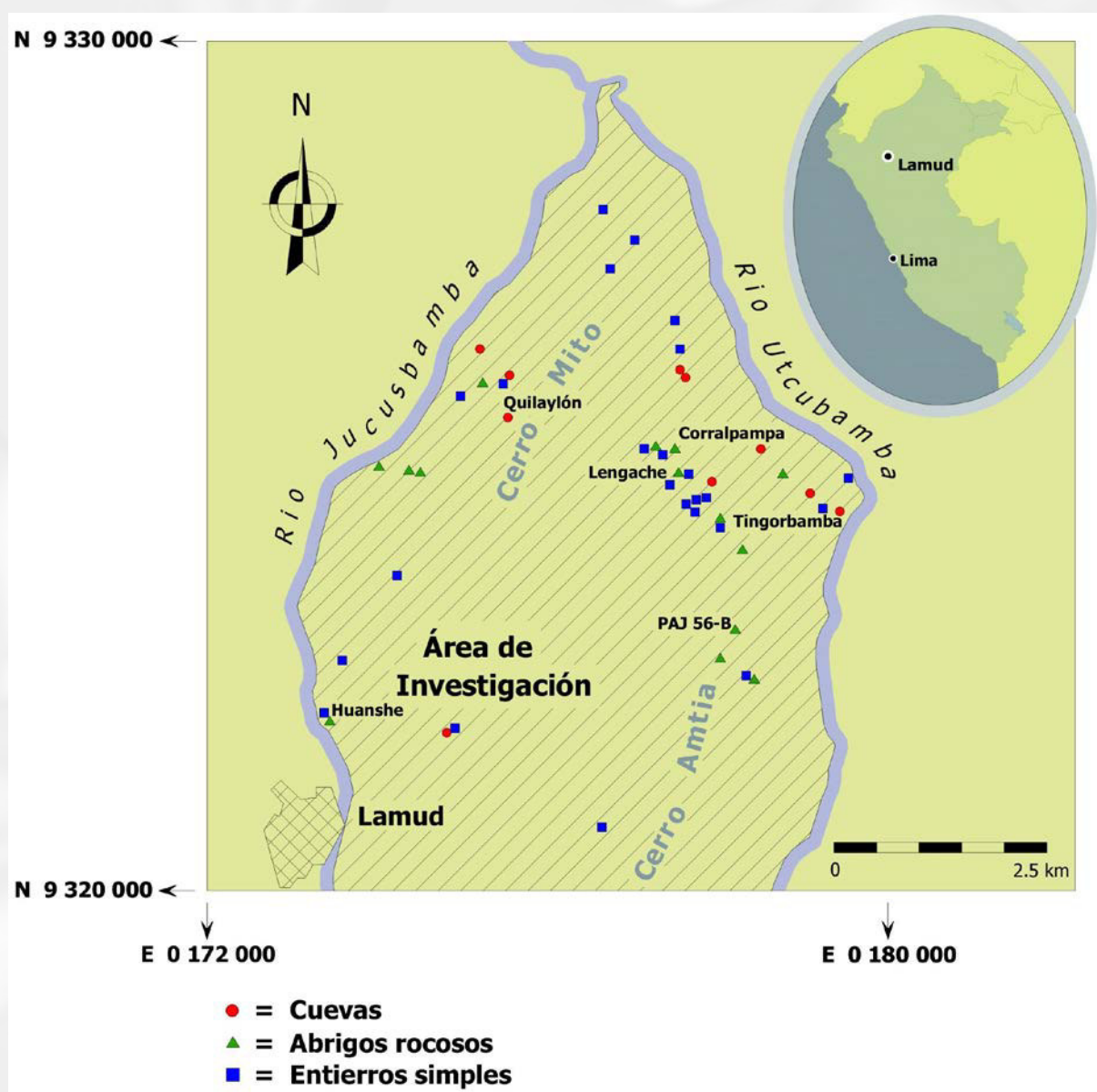


Figura 2. Mapa del área de investigación con ubicación de los abrigos rocosos PAJ 56-B y Lengache (Dibujo: A. Molina)

El entierro N° 1 se localizó al lado de una roca plana de forma rectangular (Figura 3). El personaje fue enterrado en cuclillas y en una posición decúbito lateral. El esqueleto perteneció a un hombre adulto, quien tenía aprox. 30-40 años cuando murió (Koschmieder y Gaither 2010: 15). La estatura estimada del individuo es de $164,5 \pm 3,4$ cm. Las patologías incluyen dos huellas redondas de traumatismo parietal en el lado derecho del cráneo, producidas por el impacto de una porra estrellada (Figura 4). Ambas fracturas afectaron a la bóveda craneal, pero muestran evidencias de un proceso de curación. Una segunda fractura, que se encuentra cerca de la bulla, una parte posterior del hueso parietal, muestra roturas concéntricas irradiadas en la bóveda craneal externa, indicios que el proceso de curación no fue completado.



Figura 3. PAJ 56-B – Ubicación del Entierro 1 (Foto: K. Koschmieder)

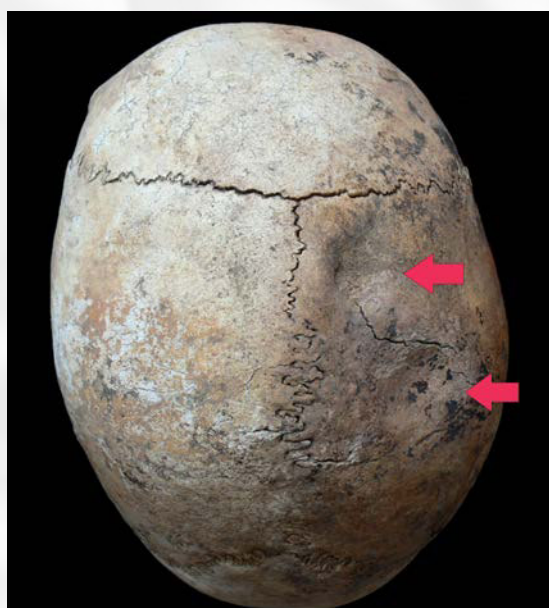


Figura 4. PAJ 56-B – Entierro 1 – Cráneo con huella de impronta de porra estrellada (Foto: C. Gaither)

Originalmente el individuo fue envuelto en textiles fabricados con hilos de fibra de camélidos (o lana), de los cuales quedaron solamente unos fragmentos bien elaborados, uno de ellos con una decoración en urdimbres complementarias que diseñaron franjas de motivos escalonados (Koschmieder y Gaither 2010: 18, Figura 4). Las ofrendas del personaje (Figura 5) consistían en tres objetos de metal, dos cuencos de cerámica del tipo Chipuric (Figura 6), una flauta de caracol marino, un objeto de madera en forma antropomorfa (un sarcófago en miniatura) y más de un centenar de cuentas de collar de diferentes materias primas.



Figura 5. PAJ 56-B – Entierro 1 – Ajuar funerario (Foto: K. Koschmieder)

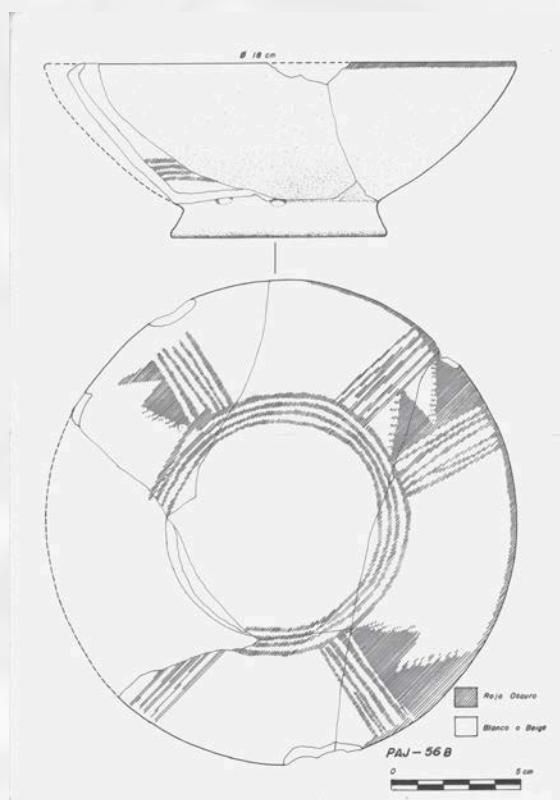


Figura 6. PAJ 56-B – Entierro 1 – Cuenco con base anular (Dibujo: F. Farro)

Un hacha de cobre fue depositada encima del fémur derecho, mientras los otros artefactos se hallaron en el relleno debajo del esqueleto. Destacan un tupu de cobre de grandes dimensiones (Largo: 32,5 cm, Ancho máximo: 11,8 cm, Espesor máximo: 0,6 cm), un adorno de plata en forma de cuchillo y una flauta globular de color crema, elaborada de un caracol marino. Algunas ofrendas no son típicas para un guerrero, así que pensamos que el tupu perteneció a una mujer (a su esposa?) y la flauta globular a un músico que acompañó al guerrero durante los enfrentamientos.

Nos parece importante mencionar otro entierro que se halló en el mismo lugar (PAJ 56-B). El individuo No. 3 se encontró "sentado" y en cuclillas debajo de una roca rectangular. El esqueleto perteneció a un hombre adulto con una estatura de $158,4 \pm 3,4$ cm y una edad de 35-45 años al momento de su muerte. Muestra varias fracturas en el cráneo (Koschmieder y Gaither 2010: 21-22) y un orificio de trepanación en el hueso parietal izquierdo. El tamaño original fue de 50 mm por 38 mm, pero la actividad osteoblástica reconstituyó la parte afectada hasta que quedó un agujero de tan sólo 22 mm por 21 mm. La trepanación fue realizada con la técnica del raspado, posiblemente con un objeto de obsidiana. La zona de intervención quirúrgica se curó completamente, lo que demuestra la remodelación ósea y la ausencia de periostitis. Es de suponer que el hombre perteneció también a una casta guerrera.

Moluscos marinos en contextos arqueológicos Chachapoya

Objetos elaborados de moluscos marinos se encontraron en varios sitios de filiación Chachapoya. Entre los bivalvos marinos destaca la presencia de ***Spondylus princeps*** en sitios como Chichita (Koschmieder 2012:92), Monte Viudo (Guengerich 2012:84, 2014b:6) y Kuelap (Narváez 2013:117, 132-133). Los artefactos trabajados, como pendientes, cuentas de collar y pequeños ídolos se encontraron asociados a entierros en el interior de los edificios residenciales.

Dibujos de ***Spondylus princeps*** aparecen también en las pinturas rupestres Chachapoya, como p.ej. en el sitio PAJ 185 o Corralpampa (Koschmieder 2012: 127, Fig. 154). Otro bivalvo marino, encontrado en el sitio Lámud Urco (PAJ 256), pertenece a la familia ***Pteriidae***, posiblemente ***Pteria sterna*** o ***Pinctada mazatlanica*** (Koschmieder 2010: 49). Tienen el interior nacarado y fueron utilizados en la fabricación de adornos.

En la zona de Lámud-Luya se registraron también pendientes y placas recortadas, elaboradas de valvas de gasterópodos. Los artefactos se hallaron exclusivamente en los rellenos de las casas circulares de Chichita (PAJ 250) y Lámud Urco (PAJ 256). Probablemente sirvieron como adornos textiles, ya que muestran perforaciones para hacer pasar los hilos. Los caracoles marinos identificados pertenecen a las especies ***Oliva incrassata f. nivea*** y ***Prunum curtum*** y al género ***Strombus*** (Koschmieder 2012: 92).

La presencia de moluscos marinos en sitios arqueológicos de la cultura Chachapoya es un indicio para una extensa red de intercambio entre las

regiones de la costa (norte), sierra y selva durante el Intermedio Tardío (aproximadamente 1000-1470 años d.C.).

La flauta globular (PAJ 56-B)

La flauta globular (Figuras 5 y 7), elaborada de un caracol marino de la familia *Fasciolaridae* (spindle shells), fue depositada debajo del individuo masculino (N° 1) en el abrigo rocoso PAJ 56-B de la provincia de Luya. El gasterópodo fusiforme muestra su forma natural de la concha, siendo la alteración el seccionamiento de siete espiras (parte exterior) anexas al apex, lo cual ha dejado un borde con cierto acabado, y la presencia de tres perforaciones en la columella (parte interior). Las características del canal sifonal largo, el color blanquecino (o crema hueso) y algunas impresiones que aún se observan en el periostraco, ayudan a la identificación taxonómica, indicando que se trata de un gasterópodo de la especie *Fusinus irregularis* (Grabau 1904). Al igual que la especie *Fusinus dupetitthouarsi* es un carnívoro que vive en las aguas tropicales entre el Golfo de California y el norte del Perú en el infralitoral areno-fangoso a una profundidad de 22 a 42 m (Alamo y Valdivieso 1997:65; Keen 1971:617; Lindner 1999:107).

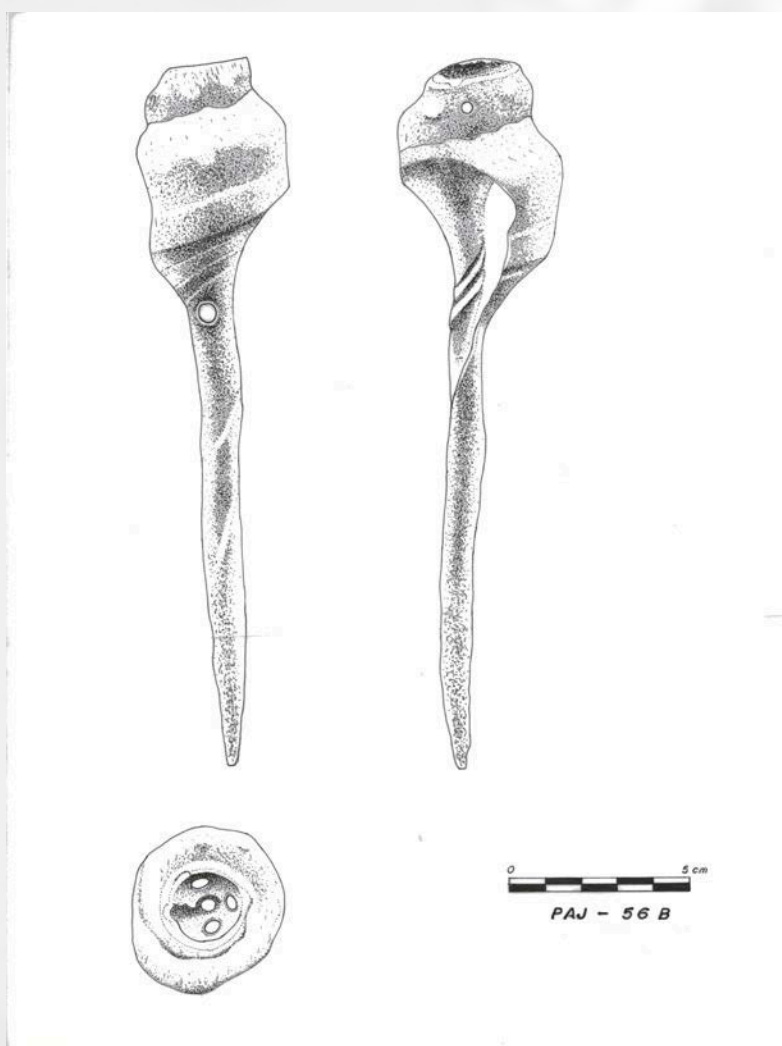


Figura 7. PAJ 56-B – Entierro 1 – Flauta globular (Dibujo: F. Farro)

El caracol modificado pesa 75 gramos, tiene un largo de 203 mm y un ancho máximo de 50 mm. La parte globular del gasterópodo fusiforme tiene una longitud de 73 mm y un ancho máximo de 50 mm, mientras la longitud de la espiga terminal es de 140 mm. Para referirnos a su función específica como flauta globular o vascular ha sido diagnóstico:

La posición de la entrada de aire o embocadura (diámetro: 22-47 mm) es la parte central de la columella frente al estoma o abertura, la cual muestra tres perforaciones circulares. Además tiene dos orificios de digitación, uno en el ápice y el otro en el último giro, entre el ápice y el labio. Al soplar la parte seccionada que cumplía la función de boquilla, el aire entra por los orificios de la columella atravesando éstos y desfogando por los dos orificios de digitación, produciendo un máximo de 4 tonos diferentes, lo que depende de las posiciones de digitación (= 1: Obturando todo; 2: Abriendo el orificio N° 2 y obturando el N° 1; 3: Abriendo el orificio N° 1 y obturando el N° 2; 4: Todo abierto) (Milano Trejo, Músico e Investigador, Com. personal).

Todas las perforaciones circulares muestran un diámetro que oscila entre los 3,5 mm a 5,0 mm. Un último agujero, ubicado en el extremo inferior o sifón de la valva, sirvió para atravesar un cordón (de transporte), de tal manera que la flauta pueda suspenderse sobre el pecho del músico.

En el Perú precolombino las flautas y trompetas se encuentran frecuentemente como objetos rituales en las tumbas de los dignitarios y guerreros (Hickmann 2007: 202). Posiblemente fueron ofrendas u obsequios de los músicos que les acompañaron durante sus actividades (como p.ej. los conflictos armados). Para el tiempo de los inca hay referencias que cuando los guerreros se enfrentaban preferían combatir cuerpo a cuerpo, en espacios abiertos, animados por el sonido de las trompetas de concha y durante la lucha proferían insultos y recordaban sus más comentadas hazañas (Silva 1986: 169).

En la iconografía prehispánica (p.ej. Moche o Inca) se observan músicos, vestidos en forma sencilla, que siguen a los guerreros, los cuales están equipados con porras, lanzas, escudos y cascos (p.ej. Hickmann 2007: 203, Fig. 65; Lieske 1992: 144). El cronista Guamán Poma de Ayala nos informó que los caracoles marinos o *pututos*, especialmente los del género ***Strombus***, sirvieron también como cornetín para la transmisión de informaciones (Poma de Ayala 1987 [1613]: 354-355).

En Mesoamerica los gasterópodos marinos modificados aparecen en escenas de sacrificios humanos, en fiestas triunfales y en el culto de los antepasados (Both 2004: 262-265). No cualquiera podía ser músico. Quién se iba a dedicar a esta profesión debía educarse desde niño, aprendiendo desde temprana edad a “tañer los caracoles o cornetas y los atabales y trompetas” (Estrada 1984: 102).

Entierros en abrigos rocosos de la Provincia de Luya

Nuestras investigaciones en abrigos rocosos de la Provincia de Luya revelaron otros contextos funerarios de presuntos guerreros (Koschmieder

2012, 2014; Koschmieder y Gaither 2010: 23-28). El sitio de Lengache (PAJ 113 – Figura 2) es el caso más espectacular, ya que los entierros están asociados con pinturas rupestres de personajes con tocados que presentan símbolos de jefes de guerra, como “bastones de mando con cuchillos” y porras en forma de círculos con puntos (Figura 8). Destaca la representación de un “degollador”, el cuál sujeta un cuchillo en la mano y en la otra una cabeza seccionada (Figura 8 – abajo a la derecha). Este último dibujo se observa en una roca encima de la tumba principal.



Figura 8. PAJ 113 (Lengache) – Pinturas rupestres – Guerreros (Dibujo: K. Koschmieder)

Los entierros de dos individuos, un hombre de aproximadamente 50 años y un niño de 6 a 8 años al momento de sus muertes, se ubicaron debajo de una roca grande. Los dos individuos se hallaron en cuclillas y mostraron fracturas en sus cráneos. En el caso del niño el cráneo fue destrozado por completo en su lado izquierdo. El punto del impacto parece haber sido el hueso parietal izquierdo, lo que demuestran las fracturas concéntricas en este lugar (Koschmieder y Gaither 2010: 27, Fig. 19).

En otros sitios de la zona de Lengache los personajes con “bastón de mando y cuchillo” aparecen especialmente en escenas de la caza de cabezas trofeo (p.ej. PAJ 192-D, Figura 9) donde decapitan individuos o llevan cabezas en sus manos. La caza de cabezas trofeo fue común entre los grupos Chachapoya como recalca una cita del cronista Martín de Murúa:

“...los Chachapoya tomaron las cabezas de Chuquis Huamán y demás indios principales que habian muerto, y las pusieron en las puertas de sus casas por trofeo e insignia de su valentia...” (Murúa 2001 [1611]: 150)

En la tumba principal de Lengache se encontraron varias ofrendas, entre otras un ceramio con base anular y borde expandido (Koschmieder 2012: 52, Fig. 55), lo que sugiere una influencia Inca, y inesperadamente un casco de caballo, lo que significa que los incidentes violentos (el asesinato de los dos individuos) sucedieron después de la llegada de los españoles y que la caza de cabezas trofeo, representada en las pinturas rupestres del abrigo rocoso, continuó durante el período Colonial Temprano.

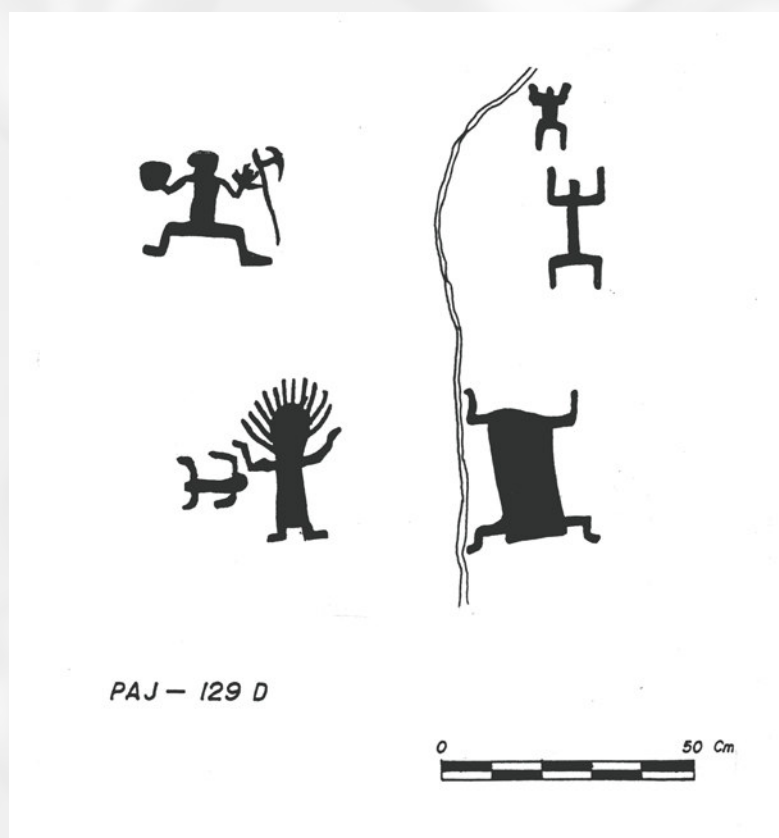


Figura 9. PAJ 129-D (Lengache-Chichita) - Pinturas rupestres – Caza de cabezas trofeo (Dibujo: K. Koschmieder)

Algunas consideraciones sobre la organización socio-política de los Chachapoya

La identificación de personajes de un rango social mayor en las pinturas rupestres y en ciertos contextos funerarios permite caracterizar la estratificación social al interior de las sociedades Chachapoya. Los rasgos arqueológicos indican la presencia de jefes de guerra, a la vez que una ausencia de autoridades políticas. Esta particularidad también es conocida entre algunos grupos amazónicos históricos (Karsten 1935; Taylor y Descola 1981). Sin embargo, las pocas fuentes históricas nos informan que los diferentes grupos

Chachapoya se organizaron durante la hegemonía Inca en *curacazgos* autónomos de variable complejidad y tamaño (p.ej. Espinoza 1967). Pero según el cronista Sarmiento de Gamboa el sistema de *curacazgos* fue introducida por los Inca. Nos informa que en Chachapoyas:

“...no obedecen más señores de cuando dura la guerra, y éste a quien obedecen no es señaladamente siempre uno, sino al que conocen ser más valiente, ardid y venturoso en las guerras. Y este nombre de cinches, que les servía de cabezas para sola la guerra, duró en toda la tierra hasta el tiempo de Topa Inca Yupanqui, décimo inga, el cual instituyó los curacas y otros dominadores...” (en: Sarmiento de Gamboa 1965 [1572]: Vol. IV, 211)

La información de Sarmiento de Gamboa comprueba que antes de la llegada de los Inca los hombres más valientes fueron elegidos como jefes de guerra, pero perdían su autoridad cuando terminaron los conflictos armados. En general carecían de una autoridad política:

“...no se gobernaba con policia, ni tenían señores naturales elegidos por común consentimiento, que los gobernase y rigiese ... siendo cada uno solamente señor de su casa y sementera.” (ibid.: 210)

Hasta el momento no se han identificado residencias o tumbas de autoridades políticas en la cultura Chachapoya. Al parecer, solamente los jefes de guerra fueron enterrados con objetos suntuosos, como la flauta globular o los objetos de metal en la tumba del abrigo rocoso de Luya (PAJ 56-B).

Pero queda todavía una interrogante: Como pudieron los Chachapoya realizar obras monumentales como la construcción del “asentamiento fortificado” de Kuelap? Para su construcción fue necesario diseñar el complejo y movilizar mucha mano de obra. Esto deja suponer que si existió una confederación de las diferentes etnias y/o una forma de sociedad centralizada.

Referencias bibliográficas

- Alamo V, Valdivieso V. (1997): *Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú* (Segunda Edición), Instituto del Mar del Perú, Callao.
- Bonavía D. (1998): La Colonización Incaica de la Selva Alta. *Arkinka* 34, pp. 88-96, Lima.
- Both A. (2004): “Shell Trumpets in Mesoamerica: Music-Archaeological Evidence and Living Tradition.” En: Studien zur Musikarchäologie IV. Musikarchäologische Quellgruppen: Bodenkunden, mündliche Überlieferungen, Aufzeichnungen. (E. Hickmann y R. Eichmann, eds.), pp. 261-277, Rahden.
- Espinoza W. (1967): Los Señoríos Étnicos de Chachapoyas y la Alianza Hispano-Chacha. *Revista Histórica* 30, pp. 224-333, Lima.

- Estrada J. (1984): *La Música de México: Primer Período Prehispánico de 1500 a.C. a 1521 d.C.*, UNAM, México.
- Gaither C, Koschmieder K, Lombardi G. (2008): En la Tierra de los Gigantes: Un Nuevo "Gigante" Encontrado en el Sitio Nor-Andino de Chichita, Perú. *Archaeobios* N° 2, Vol. 1 pp. 28-39, Trujillo.
- Guengerich A. (2012): *Proyecto Arqueológico Pueblo Chachapoya (PAPCHA). Sitio de Monte Viudo, Chachapoyas, Amazonas*. Informe Final presentado al Ministerio de Cultura, Lima.
- Guengerich A. (2014a): *Monte Viudo: Residential Architecture and the Everyday Production of Space in a Chachapoya Community*, Tesis Doctoral Inédita, Department of Anthropology, Chicago, Illinois.
- Guengerich A. (2014b): The Architect's Signature: The Social Production of a Residential Landscape at Monte Viudo, Chachapoyas, Perú. *Journal of Anthropological Archaeology*, N° 34, pp. 1-16.
- Hagen A. (2002): Pueblo de las Nubes. *Chachapoyas – El Reino Perdido*, pp. 25-261, Integra/AFP, Lima.
- Hickmann E. (2007): *Klänge Altamerikas (Musikinstrumente in Kunst und Kult)*. (D. y E. Freudenberg, eds.), Publikation der Reiss-Engelhorn-Museen, Tomo 25, Mannheim.
- Karsten R. (1935): *The Head-Hunters of Western Amazon: The Life and Culture of the Jibaro of Eastern Ecuador and Perú*. Societas Scientiarum Fennica, Comentiones Humanarum Litterarum, VII-1, Helsingfors, Finlandia.
- Kauffmann F, Ligabue G. (2003): *Los Chachapoya(s) – Moradores Ancestrales de los Andes Amazónicos Peruanos*. Universidad Alas Peruanas, Lima.
- Keen M. (1971): *Sea Shells of Tropical West America (Marine Mollusks from Baja California to Perú)*, Segunda Edición, Stanford University Press.
- Koschmieder K. (2010): *Proyecto Arqueológico Jucusbamba (Segunda Temporada 2009-2010)*. Informe presentado al Instituto Nacional de Cultura, Lima.
- Koschmieder K. (2012): *Jucusbamba – Investigaciones Arqueológicas y Motivos Chachapoya en el Norte de la Provincia de Luya, Departamento Amazonas, Perú*. Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima.
- Koschmieder K. (2014): Los Orígenes y el Desarrollo de la Organización Socio Política de la Cultura Chachapoya: Una Mirada desde la Provincia de Luya, Departamento Amazonas, Perú. *Antes de Orellana* (Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica), S. Rostain (ed.), pp. 243-249, 528-529, IFEA, Quito.

- Koschmieder K, Gaither C. (2010): Tumbas de Guerreros Chachapoya en Abrigos Rocosos de la Provincia de Luya, Departamento Amazonas. *Arqueología y Sociedad* 22, pp. 9-37, UNMSM, Lima.
- Lerche P. (1986): *Häuptlingstum La Jalca – Bevölkerung und Ressourcen bei den Vorspanischen Chachapoya, Perú*. Dietrich Reimer Verlag, Berlin.
- Lerche P. (1995): *Los Chachapoya y los Símbolos de su Historia*. Servicios Editoriales César Gayoso, Lima.
- Lieske B. (1992): *Mythische Bildererzählungen in den Gefäßmalereien der Altperuanischen Moche-Kultur*. Mundus Reihe Altamerikanistik, Bonn.
- Lindner G. (1999): *Muscheln und Schnecken der Weltmeere*. BLV, München, Wien, Zürich.
- Murúa F. (2001) [1611]: *Historia General del Perú*. Ed. M. Ballesteros Gaibrois, Crónicas de América.
- Narváez A. (1988): Kuélap: Una Ciudad Fortificada en los Andes Nororientales de Amazonas, Perú. *Arquitectura y Arqueología* (CONCYTEC), pp. 115-142, Chiclayo.
- Narváez A. (1996a): La Fortaleza de Kuelap. *Arkinka*–Revista de Arquitectura, Diseño y Construcción, Nº 12, pp. 92-109, Lima.
- Narváez A. (1996b): La Fortaleza de Kuelap. *Arkinka*–Revista de Arquitectura, Diseño y Construcción, Nº 13, pp. 90-98 (Segunda Parte), Lima.
- Narváez A. (2013): Kuélap: Centro del Poder Político Religioso de los Chachapoyas. *Los Chachapoyas*, BCP (Colección de Arte y Tesoros del Perú), pp. 87-159, Lima.
- Poma de Ayala G. (1987) [1613]: *Nueva Corónica y Buen Gobierno*. (J.V. Murra, R. Adorno y J.L. Urioste, eds.), 3 Vol., Madrid.
- Sarmiento de Gamboa P. (1965) [1572]: *Historia Indica*. Obras Completas. Biblioteca de Autores Españoles, Vol. IV, Ediciones Atlas, Madrid.
- Schjellerup I. (2005): *Incas y Españoles en la Conquista de los Chachapoya*. PUCP y IFEA, Lima.
- Silva O. (2006): *Civilizaciones Prehispánicas de América*. Editorial Universitaria, Chile.
- Taylor AC, Descola P. (1981): El Conjunto Jivaro en los Comienzos de la Conquista Española del Alto Amazonas. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, Nº 10 (3-4), pp. 7-54, Lima.

Starch genomics and bioarchaeology - Review

Gabriel Dorado ¹, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete ², Plácido Pascual ³, Inmaculada Jiménez ⁴, Fernando Luque ⁵, Margarita Pérez-Jiménez ¹, Patricia Raya ⁶, Manuel Gálvez ⁷, Jesús Sáiz ⁸, Adela Sánchez ⁸, Teresa E. Rosales ⁹ Víctor F. Vásquez ⁹, Pilar Hernández ¹⁰

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 EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (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 Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; ⁶ Servicio de Protección Radiológica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁷ Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁸ Dep. Farmacología, Toxicología y Medicina Legal y Forense, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal, s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁹ Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo (Peru); ¹⁰ Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba

Abstract

Glucose is preferentially stored as starch in plants. Thus, the remains of such polysaccharide may represent an invaluable source of archaeological evidence. The genomics, proteomics and metabolomics pathways can be also exploited to ascertain key events in phylogenetic processes. This includes the reconstruction of polyploidization events in plants and the identification of taxonomic positions. These developments are particularly relevant for the study of selection, evolution and domestication events of microorganisms, plants and animals. They include the adaptation to such food resource and the study of paleodiets and their implications for ancient and modern animals, including humans.

Key words: archaeobotany, ancient DNA, aDNA, sequencing, dendrogram, phylogenetic tree, genes, proteins, biochemical pathways.

Resumen

La glucosa se almacena preferentemente como almidón en plantas. Por tanto, los restos de tal polisacárido pueden representar una fuente inestimable de información arqueológica. La genómica, proteómica y rutas metabólicas pueden ser también explotadas para determinar eventos cruciales en procesos filogenéticos. Estos incluyen la reconstrucción de eventos de poliploidización en plantas y la identificación de posiciones taxonómicas. Estos desarrollos son particularmente relevantes para el estudio de procesos de selección, evolución y domesticación de microorganismos, plantas y animales. Incluyen la adaptación a tal recurso alimentario y el estudio de las paleodietas y sus implicaciones para animales ancestrales y modernos, incluyendo los humanos.

Palabras clave: arqueobotánica, ADN antiguo, ADNa, secuenciación, dendrograma, árbol filogenético, genes, proteínas, rutas metabólicas.

Introduction

Although lipids have more energy per dry weight than carbohydrates (glucids), the latter are the preferential energy-substrate for cells. This stems from the fact that the catabolism in living cells is primarily engineered to use carbohydrates. Thus, energy can be obtained in an easier and faster way from carbohydrates as substrates. More specifically, glucose is the best substrate for catabolism. Therefore, the cells have developed anabolic pathways to store glucose as a chemical-energy source. These include the biosynthesis of starch in plants and glycogen in animals. The former is indeed made of two types of molecules: 20 to 25% amylose (linear and helical); and 75 to 80% amylopectin (branched) by weight, depending on the plant species. The latter is a more-branched version of amylopectin (Figs. 1-3).

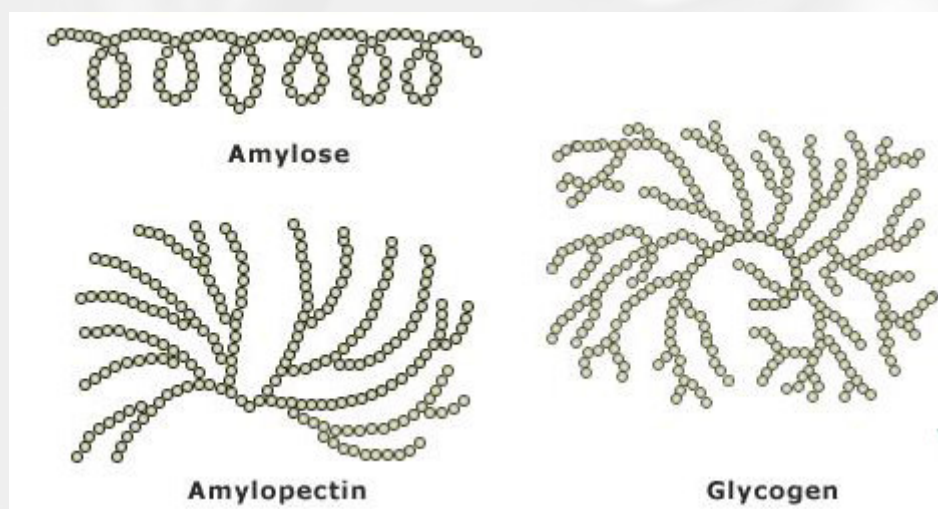


Figure 1. Ball structure of amylose, amylopectin and glycogen. Figure credit: Storage polysaccharides. © 2006 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

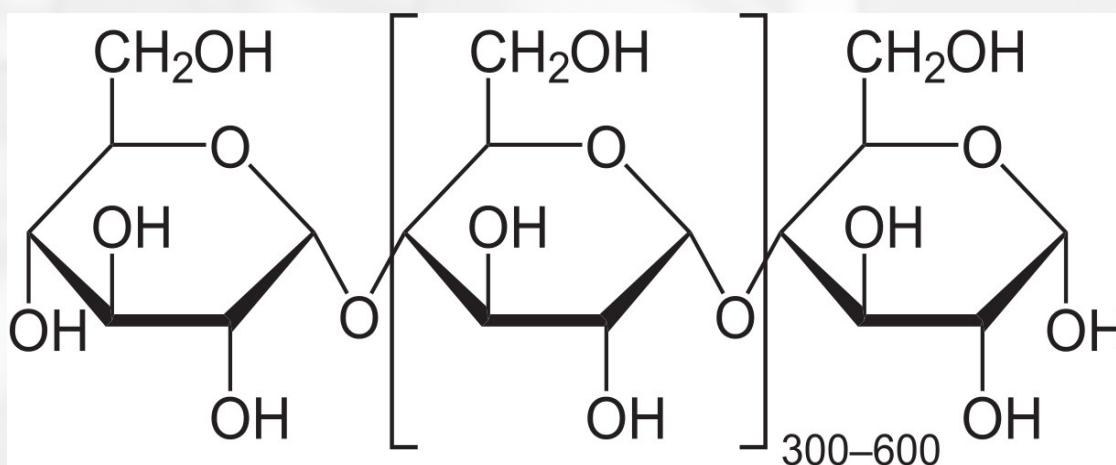


Figure 2. Chemical structure of amylose. Figure credit: Amylose. © 2007 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

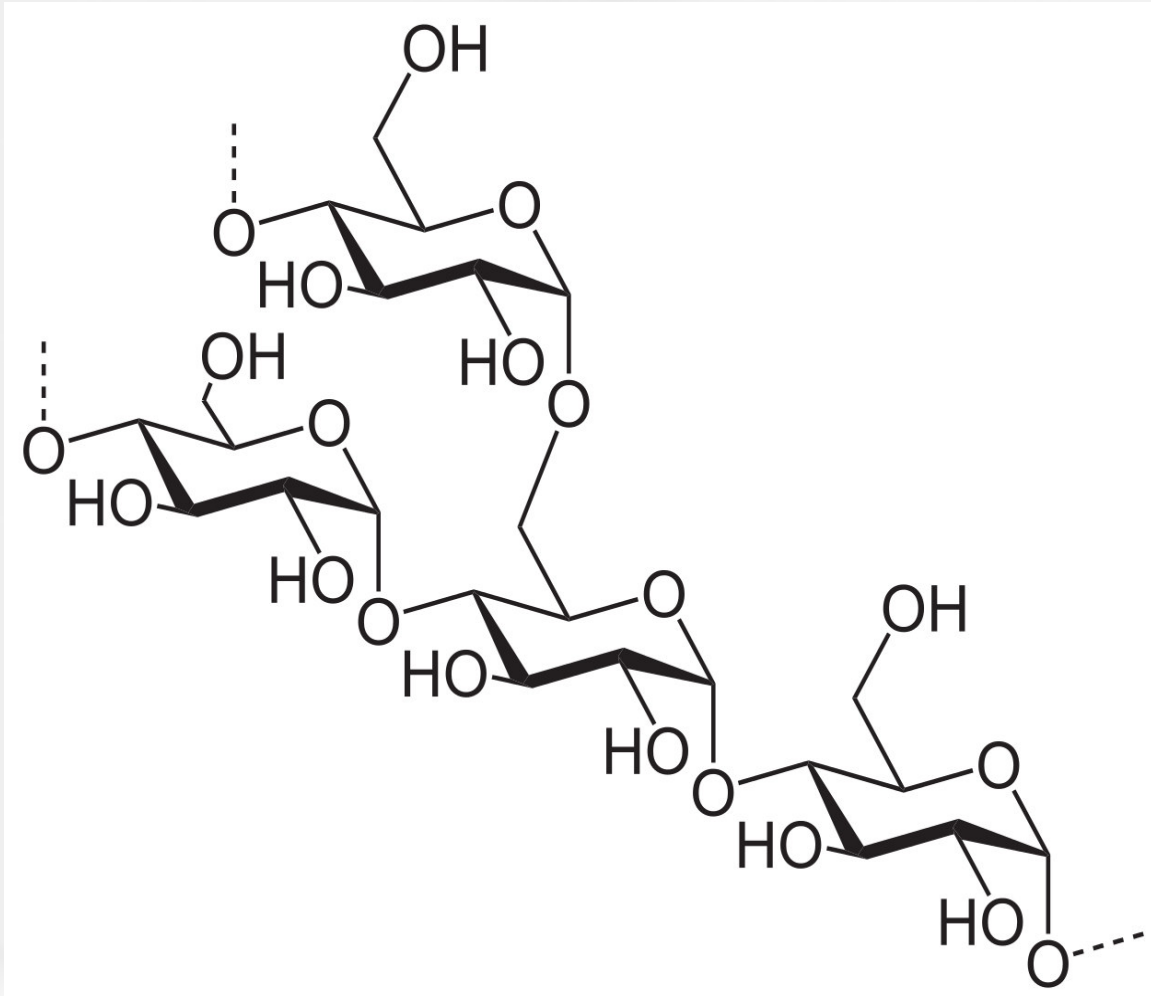


Figure 3. Chemical structure of amylopectin. Figure credit: Amylopectin. © 2008 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

On the other hand, animals do not usually contain a high percentage of glycogen (which is mainly stored in the liver and, at a lower extent, in the muscles). Thus, they usually have other energy-rich components like proteins, which are usually less abundant in plants. The latter may accumulate large quantities of glucose as sucrose (saccharose) disaccharide (made of glucose and fructose), like in the case of the sugar beet and sugar cane. Other plants like potato (*Solanum tuberosum*) and cereals like wheat (*Triticum aestivum*), rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), etc store glucose as starch (Fig. 4).

Curiously, fungi also store glycogen, being indeed more related to animals than plants, as demonstrated by the genome-sequencing projects in the past years. This is also in agreement with the fact that the cell-wall of fungi is not made of cellulose (as plants), but of chitin (as arthropods).

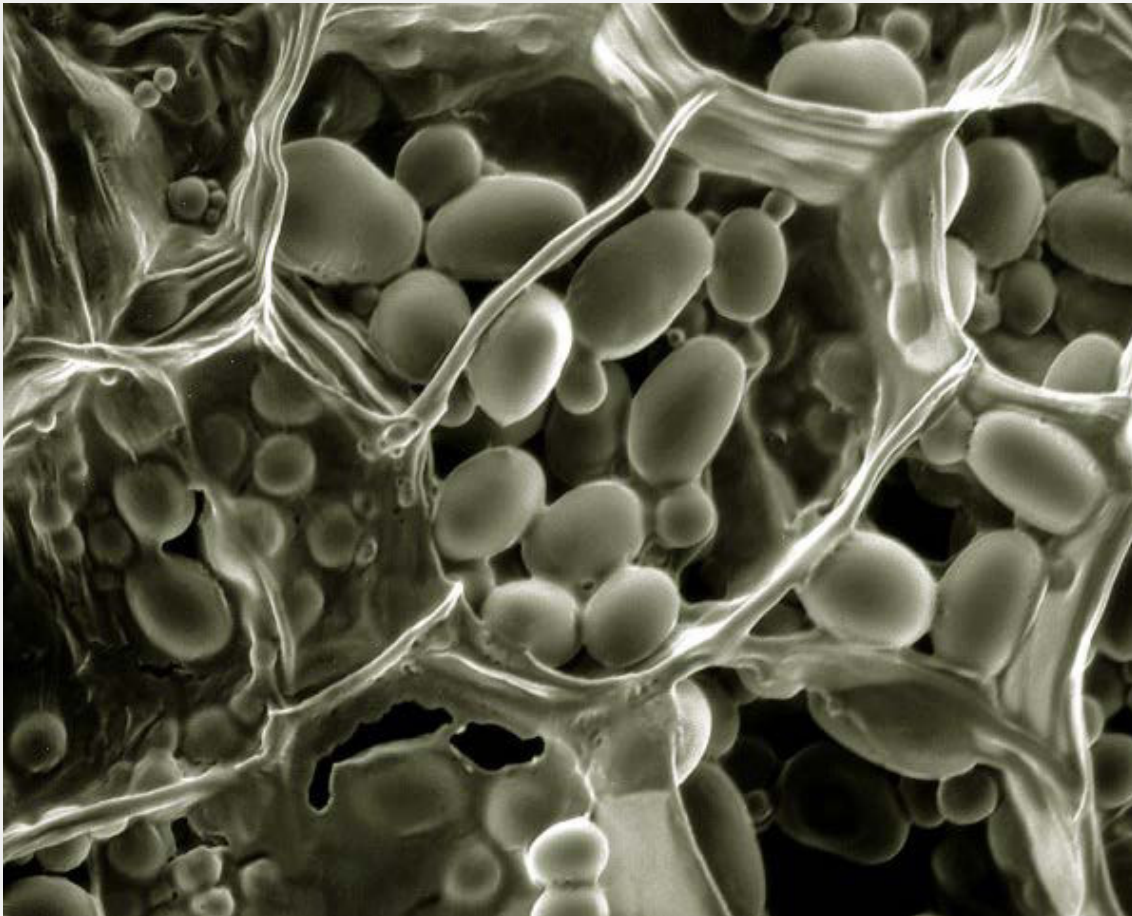


Figure 4. Scanning electron micrograph of starch-containing potato cells. Figure credit: Potato cells. © 1998 Philippa Uwins, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

As a consequence, animals in general and humans in particular have developed metabolic pathways to use glucose, sucrose, glycogen and starch as energy sources. This has meant the adaptation towards the available food-resources by means of the evolution of the corresponding genomics, proteomics and metabolomics pathways. It has also meant the selection and domestication of microorganisms, plants and animals best adapted for the use of such food sources.

It is difficult to find glycogen in archaeological remains, for obvious reasons. But, fortunately, the starch remains are relatively common. Thus, they have a significant importance in bioarchaeology, being used to infer and ascertain paleodiets, as has been done with stable isotopes (Dorado et al, 2012). The starch-biosynthesis genes are also used for phylogenetic studies, as described below.

Starch biosynthesis, genomics and plant evolution

The starch biosynthesis and accumulation are important for the plant survival, being considered a circadian output process (Serrano et al, 2009). Additionally, the study of ancient DNA and its comparison with modern genomes has become an invaluable tool in modern archaeology, phylogenetic and evolutionary studies (Dorado et al, 2007-2013). Thus, the analyses of several genes, including the ones involved in starch production, have allowed to reveal that current maize alleles were already present 4,400 years ago, albeit allelic selection may be still working (Jaenicke-Despres et al, 2003; Dorado et al, 2011).

Other interesting results involve the Shrunken 2 (*Sh2*) gene, which encodes the large subunit of the ADP-glucose pyrophosphorylase (AGPase; major endosperm-starch biosynthesis enzyme). Surprisingly, the polymorphism of such a gene in teosinte (maize ancestor) and 50 maize accessions is very low (with highly conserved genes and protein sequences), as compared to other genes and proteins. This indicates a purifying selection, predating domestication. An ancient selective-sweep in such a gene was also discovered when comparing *Zea mays* subspecies and outgroups. Thus, the *Sh2* alleles were maintained by natural selection before the domestication of such species, without further involvement in the domestication from teosinte into the cultivated maize (Manicacci et al, 2007).

Additionally, the waxy (*Wx*) gene encodes a granule-bound starch synthase (GBSS) enzyme, being involved in the amylose synthesis of plants. Interestingly, the bioinformatics analyses have allowed to propose an ancient *Gbss* gene transfer from maize (*Zea mays*) into *Dimeria lawsonii*. Thus, the polymorphic region for exons 8-9 was amplified by the polymerase chain-reaction (PCR), sequenced and aligned, generating the corresponding dendrogram (phylogenetic tree) (Baranov et al, 2014).

On the other hand, most eukaryotes are diploid, thus having two paired (homologous) sets of chromosomes (one inherited from each parent). The duplication of a whole chromosome set is known as polyploidization. This generates extra sets of chromosomes, being especially common in vascular plants (Pecinka et al, 2011). The polyploidization may contribute to the species adaptation and thus evolutionary success. Yet, the study and reconstruction of polyploidization may be complicated, due to the complex gene and genome histories in plants. Fortunately, the phylogenetic studies of the genome, including paralogs of the waxy gene have allowed to dissect such process (Yuan et al, 2006; Okuyama et al, 2012). In this respect, the sequencing of the *Gbss* gene in the Rosaceae family has revealed the presence of several loci, with differences in the presence or absence of introns and mutations in splicing sites. Such phylogenetic studies have shed new light on the evolution and speciation of such species (Evans et al, 2000).

Additionally, the retroposons have been proposed as promising molecular markers to analyze the plant polyploid evolution. Thus, the sequencing of the *Gbss* gene from diploid, tetraploid and hexaploid species in

the Geinae group (Colurieae: Rosaceae) suggest that the hexaploid species were generated via two consecutive allopolyploidization events. Besides, the allopolyploid speciation events were relatively ancient (Geinae should be ~17 million years old) (Smedmark et al, 2003). Likewise, the analyses of retroposon insertion events into the *Gbss* gene of the polyploid species belladonna (*Atropa belladonna*), have allowed to reveal its taxonomic position (Hyoscyameae tribe; Solanaceae family) and ancient hybrid-history. This has been confirmed by phylogenetic analyses of this medically important plant (Yuan et al, 2006).

Likewise, the water lily known as sacred lotus (*Nelumbo nucifera*) is also relevant for phylogenetic studies of flowering plants, as a basal eudicot. It is used for ornamental and medical purposes, besides being a food source. Its genome has been recently sequenced, allowing confirmation of its evolutionary position, additionally suggesting an interesting whole-genome duplication event. Furthermore, an expansion of starch synthase genes was also found. This was likely related to higher rates of starch synthesis and storage into the rhizomes (Wang et al, 2013).

Starch resources and species domestication

The starch-grain remains have been used to analyze plant domestication in archaeobotanical studies (Piperno, 2012). Different paleoecological, archaeobotanical and genetic-molecular studies involving ancient DNA and starch have been used to ascertain the origin of plant domestication and thus agriculture (Zizumbo-Villarreal and Colunga-GarciaMarin, 2010). It was initially considered that agriculture allowed the development of ancient settlements and complex-societies, eventually giving rise to religious rituals. Yet, the shocking findings at Gobekli Tepe (Turkey) have reversed such assumption, being the oldest religious temple to date. Thus, as Klaus Schmidt pointed out, “first came the temple, then the city”. Indeed, such a discovery has changed everything in the sense that it shows that the building of monumental temple complexes was carried out by hunter-gatherers, before the establishment of sedentary farming-societies and cities with their further civilization developments (Dietrich et al, 2012).

On the other hand, the study of ancient DNA has also demonstrated the domestication of wolves (*Canis lupus*) to generate dogs (*Canis lupus familiaris*) (Dorado et al, 2009). Curiously, the genome sequencing of such animals has revealed the evolution of the starch metabolism in the domestication process. Thus, a total of 10 genes encoding proteins with key roles in starch metabolism were identified. The mutations in such genes should have contributed to the switching from a carnivorous diet (wolf) to a starch-rich one (dog), thus facilitating its adaptation and domestication by human communities (Axelsson et al, 2013).

Of course, domestication does not only involve plants and animals, but also microorganisms. Thus, *Aspergillus flavus* is a widely-distributed saprotrophic and pathogenic filamentous-fungus. Interestingly it is considered that its ancient domestication by means of starch fermentation into simple sugars gave rise to *Aspergillus oryzae*. Therefore, the empiric selection by

humans to increase the starch-degrading-enzyme secretion generated to the new species, which is widely used nowadays (Hunter et al, 2011).

Starch and paleodiets

Ancient civilizations considered the consumption of ethanol (fermented sugars) and other drugs as a way to contact the spiritual world. Thus, the fermentation of starch to generate beer was an important technology in different civilizations, as in the ancient Egypt, being also consumed as staple food. Some archaeological residues containing starch have shown a well-preserved starch microstructure, being subjected to different analyses, including scanning-electron microscopy (SEM). This has revealed interesting details of the brewing process, like the use of dates instead of bread as the standard ingredient (Samuel, 1996).

Some archaeological remains of starch grains from potato (Andean plant) date back to 6,000 years ago. They have been also found in pre-ceramic sites in the northern coast of Peru, revealing that it was not an exclusive Andean crop. Furthermore, the microscopic analyses of sediments adhering ceramic-fragments has allowed the visualization and isolation of starch grains in Andean Prehispanic cultures. Indeed, such microbotanic fragments have allowed to update the archaeobotanical record. Thus, it was possible to reveal the presence of starch remains of such plant in the domestic pottery of the Moche period (200 to 700 AD) (Vásquez and Rosales, 2014).

On the other hand, the fossilized feces (coprolites) may represent a useful source of archaeological evidence. They may contain starch among other debris, thus revealing paleodiets. This way, it has been found that the ancient diets of the inhabitants of some southwest American regions were diverse and rich in fiber, including plants containing inulin instead of starch. Curiously, this may be related to the fact that the current descendants of such populations are more prone to obesity and type II diabetes when eating starch-rich Western diets (Bryant and Reinhard, 2012).

Additionally, the ancient human skeletons, and in particular the dental remains, may also be useful sources of archaeological data. This is specially relevant for edible parts of plants, which may be otherwise difficult to preserve in archaeological remains. Thus, the presence of starch remains in teeth calculi has revealed the consumption of cultivated plants. This has allowed to infer ancient diets and agricultural activities (Piperno and Dillehay, 2008).

Finally, the Neandertals belong to an extinct subspecies of *Homo sapiens* (*Homo sapiens neanderthalensis*), sharing genome regions with modern man (*Homo sapiens sapiens*), as demonstrated by ancient DNA (aDNA) sequencing (Dorado et al, 2008, 2013). Some have proposed that Neandertals did not consume plant foods, thus facilitating their extinction. Yet, the study of dental calculi of Neanderthal skeletons has revealed the presence of starch grains. Indeed, their diet included dates, legumes and grass seeds. Curiously, many starches from grass seeds exhibited damages typical of cooking, suggesting a sophisticated diet (Henry et al, 2011).

Concluding remarks

Starch is an ubiquitous food resource in nature as an efficient glucose-storage in plants. Thus, plant and animal remains containing such polysaccharide may represent invaluable sources of archaeological evidence, as in the case of paleodiets. This way, the starch genomics, proteomics and metabolomics pathways are also useful tools to ascertain the phylogeny and evolution of microorganisms, plants and animals, including domestication events.

Acknowledgements. Supported by “Ministerio de Economía y Competitividad” (MINECO grants AGL2010-17316 and BIO2011-15237-E) 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

- Axelsson E, Ratnakumar A, Arendt ML, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnemo JM, Hedhammar A, Lindblad-Toh K (2013): The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature* 495: 360-364.
- Baranov YO, Slischuk GI, Volkova NE, Sivolap YM (2014): Bioinformatic analysis of maize granule-bound starch synthase gene. *Cytol Genet* 48: 150-154.
- Bryant VM, Reinhard KJ (2012): Coprolites and archaeology: the missing links in understanding human health. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science* 57: 379-387.
- Dietrich O, Heun M, Notroff J, Schmidt K, Zarnkow M (2012): The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Gobekli Tepe, south-eastern Turkey. *Antiquity* 86: 674-695.
- 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, 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, 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.
- Evans RC, Alice LA, Campbell CS, Kellogg EA, Dickinson TA (2000): The granule-bound starch synthase (GBSSI) gene in the Rosaceae: multiple loci and phylogenetic utility. *Mol Phylogenet Evol* 17: 388-400.
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR (2011): Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 486-491.
- Hunter AJ, Jin B, Kelly JM (2011): Independent duplications of alpha-amylase in different strains of *Aspergillus oryzae*. *Fungal Genet Biol* 48: 438-444.
- Jaenicke-Despres V, Buckler ES, Smith BD, Gilbert MT, Cooper A, Doebley J, Paabo S (2003): Early allelic selection in maize as revealed by ancient DNA. *Science* 302: 1206-1208.
- Manicacci D, Falque M, Le Guillou S, Piegou B, Henry AM, Le Guilloux M, Damerval C, De Vienne D (2007): Maize *Sh2* gene is constrained by natural selection but escaped domestication. *J Evol Biol* 20: 503-516.
- Okuyama Y, Tanabe AS, Kato M (2012): Entangling ancient allotetraploidization in Asian *Mitella*: an integrated approach for multilocus combinations. *Mol Biol Evol* 29: 429-439.
- Pecinka A, Fang W, Rehmsmeier M, Levy AA, Mittelsten Scheid O (2011): Polyploidization increases meiotic recombination frequency in *Arabidopsis*. *BMC Biol* 9: 24 (7 pp).
- Piperno DR (2012): New archaeobotanical information on early cultivation and plant domestication involving microplant (phytolith and starch grain) remains. In Gepts P, Famula TR, Bettinger RL, Brush SB, Damania AB, McGuire PE, Qualset CO (Eds): "Biodiversity in Agriculture: Domestication, Evolution and Sustainability". Cambridge University Press (Cambridge, UK): 136-159.
- Piperno DR, Dillehay TD (2008): Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 19622-19627.
- Samuel D (1996): Archaeology of ancient Egyptian beer. *J Am Soc Brew Chem* 54: 3-12.

Serrano G, Herrera-Palau R, Romero JM, Serrano A, Coupland G, Valverde F (2009): *Chlamydomonas* CONSTANS and the evolution of plant photoperiodic signaling. *Curr Biol* 19: 359-368.

Smedmark JE, Eriksson T, Evans RC, Campbell CS (2003): Ancient allopolyploid speciation in Geinae (Rosaceae): evidence from nuclear granule-bound starch synthase (GBSSI) gene sequences. *Syst Biol* 52: 374-385.

Vásquez VF, Rosales TE (2014): Origen del maíz andino: arqueobotánica y genética molecular. *Revista Arqueológica SIAN* 22:2-19.

Wang Y, Fan G, Liu Y, Sun F, Shi C, Liu X, Peng J, Chen W, Huang X, Cheng S, Liu Y, Liang X, Zhu H, Bian C, Zhong L, Lv T, Dong H, Liu W, Zhong X, Chen J, Quan Z, Wang Z, Tan B, Lin C, Mu F, Xu X, Ding Y, Guo AY, Wang J, Ke W (2013): The sacred lotus genome provides insights into the evolution of flowering plants. *Plant J* 76: 557-67.

Yuan YW, Zhang ZY, Chen ZD, Olmstead RG (2006): Tracking ancient polyploids: a retroposon insertion reveals an extinct diploid ancestor in the polyploid origin of belladonna. *Mol Biol Evol* 23: 2263-2267.

Zizumbo-Villarreal D, Colunga-GarciaMarin P (2010): Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genet Res Crop Evol* 57: 813-825.

Genómica del almidón y bioarqueología - Revisión

Gabriel Dorado ¹, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete ², Plácido Pascual ³,
Inmaculada Jiménez ⁴, Fernando Luque ⁵, Margarita Pérez-Jiménez ¹, Patricia
Raya ⁶, Manuel Gálvez ⁷, Jesús Sáiz ⁸, Adela Sánchez ⁸, Teresa E. Rosales ⁹
Víctor F. Vásquez ⁹, Pilar Hernández ¹⁰

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 EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (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 Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; ⁶ Servicio de Protección Radiológica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁷ Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁸ Dep. Farmacología, Toxicología y Medicina Legal y Forense, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal, s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; ⁹ Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoeológicas Andinas ARQUEOBIOS, Apartado Postal 595, Trujillo (Perú); ¹⁰ Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba

RESUMEN

La glucosa se almacena preferentemente como almidón en las plantas. Por tanto, los restos de tal polisacárido pueden representar una fuente inestimable de información arqueológica. La genómica, proteómica y rutas metabólicas pueden ser también explotadas para determinar eventos cruciales en procesos filogenéticos. Estos incluyen la reconstrucción de eventos de poliploidización en plantas y la identificación de posiciones taxonómicas. Estos desarrollos son particularmente relevantes para el estudio de procesos de selección, evolución y domesticación de microorganismos, plantas y animales. Incluyen la adaptación a tal recurso alimentario y el estudio de las paleodietas y sus implicaciones para animales ancestrales y modernos, incluyendo los humanos. *Palabras clave:* arqueobotánica, ADN antiguo, ADNa, secuenciación, dendrograma, árbol filogenético, gen, proteína, ruta metabólica.

Abstract

Glucose is preferentially stored as starch in plants. Thus, the remains of such polysaccharide may represent an invaluable source of archaeological evidence. The genomics, proteomics and metabolomics pathways can be also exploited to ascertain key events in phylogenetic processes. This includes the reconstruction of polyploidization events in plants and the identification of taxonomic positions. These developments are particularly relevant for the study of selection, evolution and domestication events of microorganisms, plants and animals. They include the adaptation to such food resource and the study of paleodiets and their implications for ancient and modern animals, including humans.

Key words: archaeobotany, ancient DNA, aDNA, sequencing, dendrogram, phylogenetic tree, gene, protein, biochemical pathway.

Introducción

Aunque los lípidos tienen más energía por peso seco que los glúcidos, estos últimos son el sustrato-energético preferente de las células. Ello se debe a que el catabolismo en las células vivas está diseñado principalmente para usar glúcidos. Por lo tanto, la energía puede obtenerse de una manera más fácil y rápida de los glúcidos como sustratos. Más específicamente, la glucosa es el mejor sustrato para el catabolismo. Por lo tanto, las células han desarrollado vías anabólicas para almacenar glucosa como fuente de energía química. Estas incluyen la biosíntesis de almidón en las plantas y glucógeno en los animales. El almidón está constituido de dos tipos de moléculas: 20 a 25% de amilasa (lineal y helicoidal) en peso y 75 a 80% amilopectina (ramificada), dependiendo cada especie de planta. Por otro lado, el glucógeno es una versión más ramificada de amilopectina (Figuras 1-3).

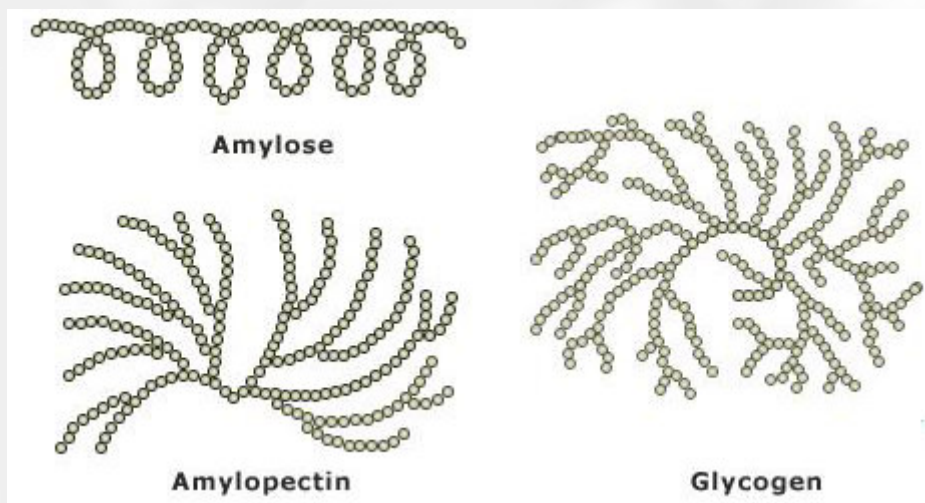


Figure 1. Estructura de bolas de la amilosa, amilopectina y glucógeno. Créditos: Storage polysaccharides. © 2006 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

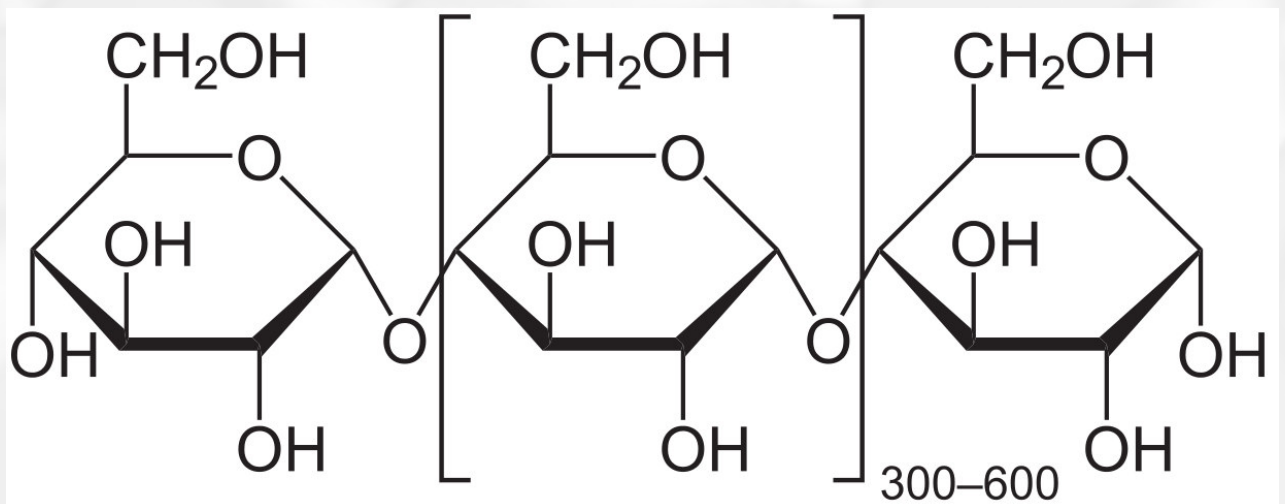


Figure 2. Estructura química de la amilosa. Créditos: Amylose. © 2007 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

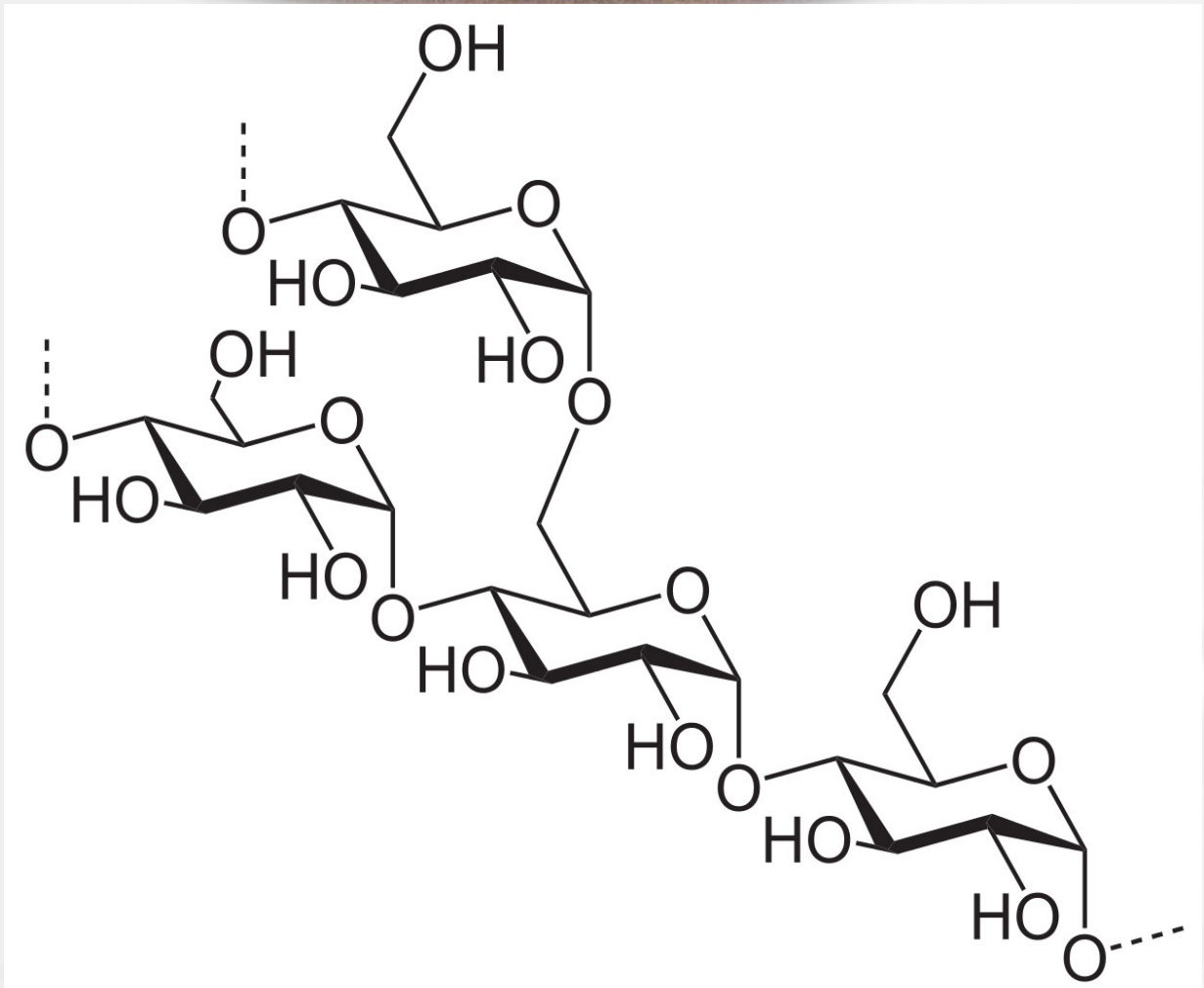


Figure 3. Estructura química de la amilopectina. Créditos; Amylopectin. © 2008 NEUROtiker, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

Por otro lado, los animales no contienen generalmente un alto porcentaje de glucógeno (que se almacena principalmente en el hígado y en menor cantidad en los músculos). De hecho, suelen tener otros componentes ricos en energía como las proteínas, que son generalmente menos abundantes en las plantas. Las plantas pueden acumular grandes cantidades de glucosa como el disacárido sacarosa (sucrosa) (hecho de glucosa y fructosa), como es el caso de la remolacha azucarera y la caña de azúcar. Otras plantas como la patata y los cereales (trigo, arroz, maíz, etc) almacenan glucosa en forma de almidón (Figura 4).

Curiosamente, los hongos también almacenan glucógeno, estando más relacionados con los animales que con las plantas, como lo demuestran los proyectos de secuenciación de genomas en los últimos años. Esto está también de acuerdo con el hecho de que la pared celular de los hongos no está hecha de celulosa (como la de las plantas), sino de quitina (como la de los artrópodos).

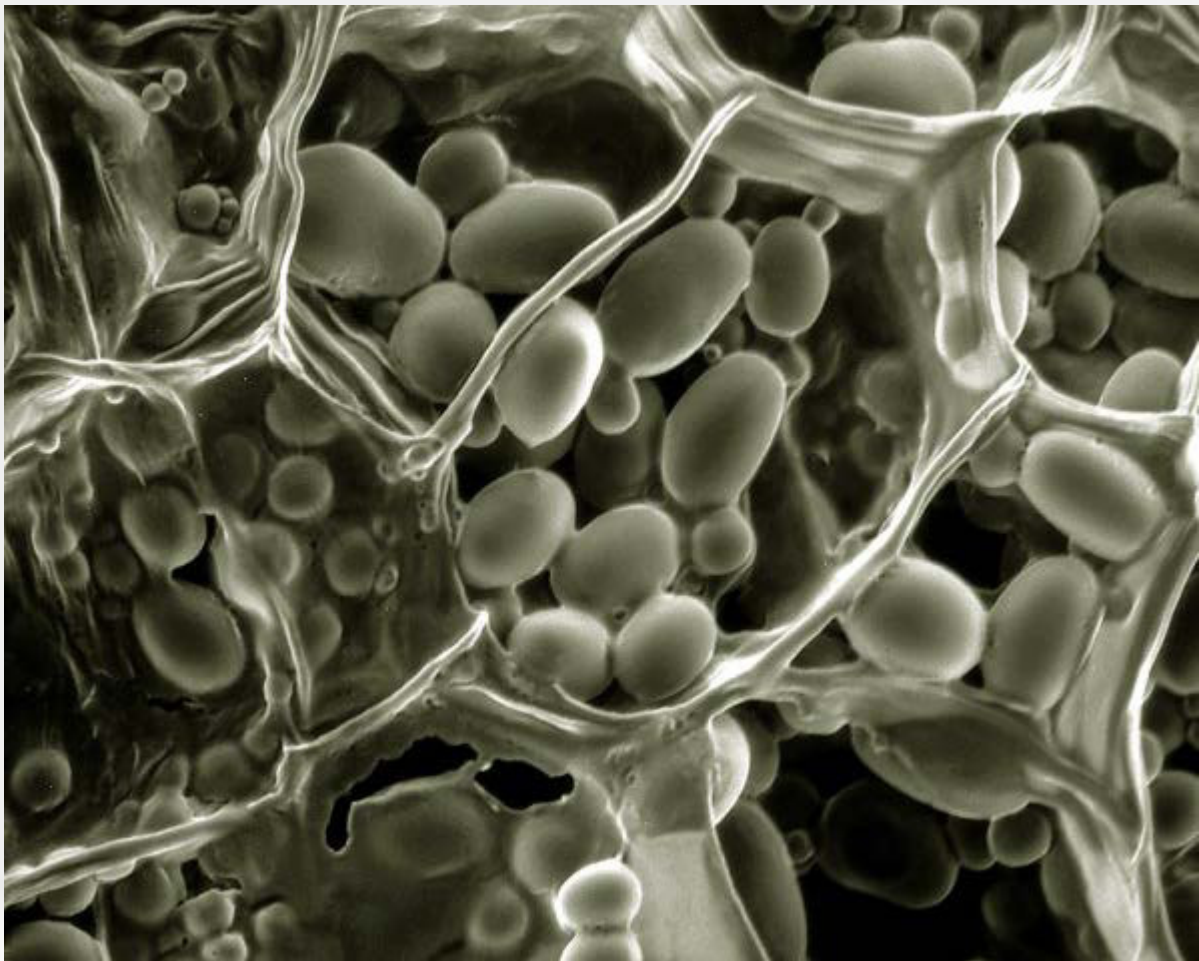


Figure 4. Fotografía de células de patata con almidón, obtenida mediante microscopio electrónico de barrido. Créditos: Potato cells. © 1998 Philippa Uwins, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

Como consecuencia, los animales en general y los seres humanos en particular, han desarrollado rutas metabólicas para utilizar glucosa, sacarosa, almidón y glucógeno como fuentes de energía. Esto ha significado la adaptación hacia los recursos alimenticios disponibles, por medio de la evolución de las vías correspondientes, incluyendo genómica, proteínica y metabólica. Ello ha implicado también la selección y domesticación de los microorganismos, plantas y animales mejor adaptados a estas fuentes de alimento.

Es difícil encontrar restos de glucógeno para realizar estudios arqueológicos, por razones obvias. Pero, afortunadamente, los restos de almidón son relativamente comunes. Por lo tanto, tienen una gran importancia en bioarqueología, utilizándose para rastrear e inferir paleodietas, como se ha hecho con isótopos estables (Dorado et al, 2012). Los genes de la biosíntesis del almidón se utilizan también para estudios filogenéticos, como se describe a continuación.

Biosíntesis del almidón, genómica y evolución de las plantas

La biosíntesis del almidón y su acumulación son importantes para la supervivencia de las plantas, siendo considerada un proceso de output circadiano (Serrano et al, 2009). Además, el estudio de ADN antiguo y su comparación con los genomas modernos se ha convertido en una herramienta extraordinaria en la arqueología moderna, permitiendo realizar estudios filogenéticos y evolutivos (Dorado et al, 2007-2013). De este modo, los análisis de varios genes, incluyendo a los involucrados en la producción de almidón, han permitido revelar que los alelos actuales del maíz estaban ya presentes hace 4.400 años, aunque la selección alélica puede seguir actuando (Jaenicke-Despres et al, 2003; Dorado et al, 2011).

Otros resultados interesantes incluyen el gen *Shrunken 2* (*Sh2*), que codifica la subunidad grande de la ADP-glucosa pirofosforilasa (enzima principal de la biosíntesis del almidón del endospermo). Sorprendentemente, el polimorfismo de tal gen en teosinte (ancestro del maíz) en 50 accesiones de maíz fue muy bajo (genes muy conservados, al igual que sus secuencias de proteínas), en comparación con otros genes y proteínas. Esto indica una selección purificadora anterior a la domesticación. Un antiguo barrido selectivo en tal gen también fue descubierto cuando se compararon subespecies de *Zea mays* y grupos externos. Por lo tanto, los alelos *Sh2* fueron mantenidos por la selección natural antes de la domesticación de esas especies, sin posterior implicación en la domesticación de teosinte hasta el maíz cultivado (Manicacci et al, 2007).

Por su parte, el gen *waxy* (*Wx*) codifica una enzima sintasa unida a gránulos (del inglés, “granule-bound starch synthase”; GBSS), que interviene en la síntesis de amilosa en las plantas. Curiosamente, los análisis bioinformáticos han permitido proponer una transferencia antigua del gen *Gbss* del maíz (*Zea mays*) a *Dimeria lawsonii*. Así, la región polimórfica de los exones 8-9 fue amplificada mediante la reacción en cadena de polimerasa (del inglés, “polymerase chain-reaction”; PCR), secuenciada y alineada, generando el dendrograma correspondiente (árbol filogenético) (Baranov et al, 2014).

Por otro lado, la mayoría de los eucariotas son diploides, teniendo así dos conjuntos (pares homólogos) de cromosomas (uno heredado de cada padre). La duplicación de un cromosoma entero es conocida como poliploidización. Esto genera conjuntos adicionales de cromosomas, siendo especialmente común en las plantas vasculares (Pecinka et al, 2011). La poliploidización puede contribuir a la adaptación de las especies, y por lo tanto a su éxito evolutivo. Sin embargo, el estudio y la reconstrucción de la poliploidización pueden ser complicados, debido a las historias complejas de genes y genomas en plantas. Afortunadamente, los estudios filogenéticos del genoma, incluyendo los parálogos del gen *waxy* han permitido clarificar tales procesos (Yuan et al, 2006; Okuyama et al, 2012). En este sentido, la secuenciación del gen *Gbss* en la familia de las rosáceas reveló la presencia de varios loci, con diferencias en la presencia o ausencia de intrones y mutaciones en sitios de ajustamiento (del inglés, “splicing”). Tales estudios

filogenéticos han arrojado nueva luz sobre la evolución y especiación de dichas especies (Evans et al, 2000).

Además, los retroposones han sido propuestos como marcadores moleculares prometedores para analizar la evolución de las plantas poliploides. Así, la secuenciación del gen *Gbss* de especies diploides, tetraploides y hexaploides del grupo Geinae (Colurieae: Rosaceae), sugieren que las especies hexaploides fueron generadas mediante dos eventos consecutivos de alopoliploidización. Además, los eventos de especiación alopoliploide fueron relativamente antiguos (Geinae debe tener ~17 millones de años) (Smedmark et al, 2003). Asimismo, los análisis de los eventos de inserción de retroposones en el gen *Gbss* de la especie poliploide belladona (*Atropa belladonna*), han servido para identificar su posición taxonómica (tribu Hyoscyameae; familia Solanaceae) e historia de hibridaciones antiguas. Esto ha sido confirmado por los análisis filogenéticos de esta planta medicinal (Yuan et al, 2006).

Asimismo, el nenúfar conocido como loto sagrado (*Nelumbo nucifera*) también es relevante para los estudios filogenéticos de plantas con flores, como un eudicota (del inglés, "eudicot") basal. Además, se utiliza para fines médicos y ornamentales, siendo también una fuente de alimento. Su genoma se ha secuenciado recientemente, permitiendo así confirmar su posición evolutiva, lo que sugiere un interesante evento de duplicación de todo el genoma. Además, también fue encontrada una expansión de genes de sintasa de almidón. Ello debió estar probablemente relacionado con tasas mayores de almacenamiento y síntesis de almidón en los rizomas (Wang et al, 2013).

Fuentes de almidón y domesticación de especies

La presencia de restos de granos de almidón se ha utilizado para analizar la domesticación de plantas en los estudios arqueobotánicos (Piperno, 2012). Diversos análisis paleoecológicos, arqueobotánicos y de genética molecular sobre el ADN antiguo y el almidón se han utilizado para determinar el origen de la domesticación de plantas y por lo tanto de la agricultura (Zizumbo-Villarreal y Colunga-GarcíaMarín, 2010). Inicialmente se consideró que la agricultura permitió el desarrollo de asentamientos antiguos y de sociedades complejas, lo que eventualmente dio origen a rituales religiosos. Sin embargo, los sorprendentes descubrimientos en Gobekli Tepe (Turquía) han invertido dicha asunción, siendo el templo religioso más antiguo que se conoce. En otras palabras, como Klaus Schmidt dijo, "Primero llegó el templo, después la ciudad". De hecho, tal descubrimiento lo ha cambiado todo, en el sentido de que demuestra que la construcción de complejos templos monumentales fue realizada por los cazadores y recolectores, antes del establecimiento de sociedades agrícolas sedentarias y ciudades, con sus desarrollos posteriores de civilización (Dietrich et al, 2012)

Por otro lado, el estudio de ADN antiguo también ha demostrado la domesticación de lobos (*Canis lupus*) para dar lugar a perros (*Canis lupus familiaris*) (*Canis lupus*) (Dorado et al, 2009). Además, la secuenciación del genoma de estos animales ha revelado la evolución del metabolismo del almidón en el proceso de domesticación. En este sentido, se identificaron un

total de 10 genes que codifican proteínas con funciones clave en el metabolismo del almidón. Las mutaciones en estos genes deben haber contribuido al paso de una dieta carnívora (lobo) a una rica en almidón (perro), facilitando su adaptación y domesticación por las comunidades humanas (Axelsson et al, 2013).

La domesticación no sólo implica a las plantas y los animales, sino también a los microorganismos. En este sentido, *Aspergillus flavus* es un hongo saprófito, o filamentosos, saprófito y patógeno, ampliamente distribuido. Curiosamente, se considera que su antigua domesticación, a través de la fermentación del almidón en azúcares simples, dio lugar a *Aspergillus oryzae*. Por lo tanto, la selección experimental de los seres humanos, para aumentar la secreción de enzimas degradadoras del almidón, generó a la nueva especie, que es ampliamente utilizada actualmente (Hunter et al, 2011).

Almidón y paleodietas

Las antiguas civilizaciones consideraban el consumo de etanol (azúcares fermentados) y otras drogas como una forma de contacto con el mundo espiritual. Así, la fermentación del almidón para generar cerveza fue un proceso importante en civilizaciones como el antiguo Egipto, donde también se consumía como alimento básico. Algunos restos arqueológicos que contienen almidón han mostrado una microestructura muy bien conservada, siendo sometidos a distintos análisis, incluyendo la microscopía electrónica de barrido (del inglés "scanning-electron microscopy"; SEM). Esto ha revelado detalles interesantes del proceso de elaboración de la cerveza, como el uso en dátils en lugar de pan como ingrediente estándar (Samuel, 1996).

Algunos restos arqueológicos de granos de almidón de patata (planta andina) tienen 6.000 años. Han sido identificados en los sitios precerámicos de la costa norte de Perú, revelando que no era un exclusivo cultivo andino. Por otra parte, los análisis microscópicos de los sedimentos adheridos a fragmentos de cerámica han permitido la visualización y el aislamiento de estos granos de almidón en las diferentes culturas prehispánicas de los Andes. De hecho, tales pruebas microbotánicas han permitido actualizar el registro arqueobotánico. De este modo, fue posible revelar la presencia de restos de almidón de dicha planta en la cerámica doméstica de la época Moche (200 a 700 años d.C.) (Vásquez y Rosales, 2014).

Por otro lado, las heces fosilizadas (coprolitos) pueden ser una fuente útil de datos arqueológicos. Pueden contener almidón entre otros restos, revelando así paleodietas. De esta manera, se ha encontrado que las dietas antiguas de los habitantes de algunas regiones del suroeste americano eran diversas y ricas en fibra, incluyendo plantas que contienen inulina en lugar de almidón. Curiosamente, esto puede estar relacionado con el hecho de que los descendientes actuales de dichas poblaciones son más propensos a la obesidad y diabetes de tipo II cuando consumen dietas occidentales ricas en almidón (Bryant y Reinhard, 2012).

Por otra parte, los antiguos esqueletos humanos, y en particular los restos dentales, pueden representar fuentes interesantes de datos arqueológicos. Esto es especialmente relevante para las partes comestibles de plantas, que pueden ser de otra manera difíciles de preservar en restos arqueológicos. Así, la presencia de almidón en los cálculos dentales ha revelado el consumo de plantas cultivadas. Esto ha permitido inferir dietas antiguas y actividades agropecuarias (Piperno y Dillehay, 2008).

Finalmente, los neandertales pertenecen a una subespecie extinta de *Homo sapiens* (*Homo sapiens neanderthalensis*), que comparte regiones del genoma con el hombre moderno (*Homo sapiens sapiens*) (Dorado et al, 2008, 2013). Algunos han propuesto que los neandertales no consumieron alimentos vegetales, lo que pudo favorecer su extinción. Sin embargo, el estudio de cálculos dentales de esqueletos neandertales ha revelado la presencia de granos de almidón. Su dieta incluyó dátiles, legumbres y cereales. Curiosamente, muchos almidones de semillas de cereales mostraron daños típicamente producidos durante el cocinado, lo cual sugiere una dieta sofisticada (Henry et al, 2011).

Conclusiones

El almidón es una fuente de alimento ubicuo en la naturaleza, como un eficiente almacenamiento de glucosa en las plantas. Por lo tanto, los restos de plantas y animales que contienen tales polisacáridos pueden representar fuentes inestimables de pruebas arqueológicas, como en el caso de las paleodietas. De esta manera, las rutas genómicas, proteómicas y metabolómicas del almidón son también herramientas útiles para determinar la filogenia y evolución de microorganismos, plantas y animales, incluyendo eventos de domesticación.

Agradecimientos. Financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyectos MINECO AGL2010-17316 y BIO2011-15237-E) 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 la Junta de Andalucía; y Universidad de Córdoba (Ayuda a Grupos), Spain.

Referencias Bibliográficas

- Axelsson E, Ratnakumar A, Arendt ML, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnemo JM, Hedhammar A, Lindblad-Toh K (2013): The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature* 495: 360-364.
- Baranov YO, Slischuk GI, Volkova NE, Sivolap YM (2014): Bioinformatic analysis of maize granule-bound starch synthase gene. *Cytol Genet* 48: 150-154.
- Bryant VM, Reinhard KJ (2012): Coprolites and archaeology: the missing links in understanding human health. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science* 57: 379-387.

- Dietrich O, Heun M, Notrofft J, Schmidt K, Zarnkow M (2012): The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Gobekli Tepe, south-eastern Turkey. *Antiquity* 86: 674-695.
- 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, 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, 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.
- Evans RC, Alice LA, Campbell CS, Kellogg EA, Dickinson TA (2000): The granule-bound starch synthase (GBSSI) gene in the Rosaceae: multiple loci and phylogenetic utility. *Mol Phylogenet Evol* 17: 388-400.
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR (2011): Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 486-491.
- Hunter AJ, Jin B, Kelly JM (2011): Independent duplications of alpha-amylase in different strains of *Aspergillus oryzae*. *Fungal Genet Biol* 48: 438-444.
- Jaenicke-Despres V, Buckler ES, Smith BD, Gilbert MT, Cooper A, Doebley J, Paabo S (2003): Early allelic selection in maize as revealed by ancient DNA. *Science* 302: 1206-1208.
- Manicacci D, Falque M, Le Guillou S, Piegu B, Henry AM, Le Guilloux M, Damerval C, De Vienne D (2007): Maize Sh2 gene is constrained by natural selection but escaped domestication. *J Evol Biol* 20: 503-516.

- Okuyama Y, Tanabe AS, Kato M (2012): Entangling ancient allotetraploidization in Asian *Mitella*: an integrated approach for multilocus combinations. *Mol Biol Evol* 29: 429-439.
- Pecinka A, Fang W, Rehmsmeier M, Levy AA, Mittelsten Scheid O (2011): Polyploidization increases meiotic recombination frequency in *Arabidopsis*. *BMC Biol* 9: 24 (7 pp).
- Piperno DR (2012): New archaeobotanical information on early cultivation and plant domestication involving microplant (phytolith and starch grain) remains. In Gepts P, Famula TR, Bettinger RL, Brush SB, Damania AB, McGuire PE, Qualset CO (Eds): "Biodiversity in Agriculture: Domestication, Evolution and Sustainability". Cambridge University Press (Cambridge, UK): 136-159.
- Piperno DR, Dillehay TD (2008): Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 19622-19627.
- Samuel D (1996): Archaeology of ancient Egyptian beer. *J Am Soc Brew Chem* 54: 3-12.
- Serrano G, Herrera-Palau R, Romero JM, Serrano A, Coupland G, Valverde F (2009): *Chlamydomonas CONSTANS* and the evolution of plant photoperiodic signaling. *Curr Biol* 19: 359-368.
- Smedmark JE, Eriksson T, Evans RC, Campbell CS (2003): Ancient allopolyploid speciation in *Geinae* (Rosaceae): evidence from nuclear granule-bound starch synthase (GBSSI) gene sequences. *Syst Biol* 52: 374-385.
- Vásquez VF, Rosales TE (2014): Origen del maíz andino: arqueobotánica y genética molecular. *Revista Arqueológica SIAN* 22:2-19.
- Wang Y, Fan G, Liu Y, Sun F, Shi C, Liu X, Peng J, Chen W, Huang X, Cheng S, Liu Y, Liang X, Zhu H, Bian C, Zhong L, Lv T, Dong H, Liu W, Zhong X, Chen J, Quan Z, Wang Z, Tan B, Lin C, Mu F, Xu X, Ding Y, Guo AY, Wang J, Ke W (2013): The sacred lotus genome provides insights into the evolution of flowering plants. *Plant J* 76: 557-67.
- Yuan YW, Zhang ZY, Chen ZD, Olmstead RG (2006): Tracking ancient polyploids: a retroposon insertion reveals an extinct diploid ancestor in the polyploid origin of belladonna. *Mol Biol Evol* 23: 2263-2267.
- Zizumbo-Villarreal D, Colunga-GarcíaMarín P (2010): Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. *Genet Res Crop Evol* 57: 813-825.

A microscopic view of numerous cells, likely yeast or bacteria, showing various stages of division and budding. The cells are densely packed and exhibit a range of sizes and shapes, with some showing prominent nuclei and budding structures. The background is a light, slightly textured grey.

LIBROS PUBLICADOS

LIBROS Y REVISTAS PUBLICADOS

A continuación presentamos algunos libros y revistas que son de interés para aquellos investigadores de la Bioarqueología.



La Revista Arqueológica SIAN, cuyo director el Arqueólogo Luis Valle Álvarez, en esta oportunidad nos presenta la edición 22, un número especial sobre el "Origen del Maíz Andino: Arqueobotánica y Genética Molecular", la cual es una revisión de un tema muy importante para la arqueología andina. La Revista SIAN que pertenece al Instituto SIAN, es una de las escasas revistas que vienen difundiendo todo tipo de temáticas de la arqueología andina. Lo más valioso de su aporte es que es difundida a un precio accesible, a pesar que los materiales empleados son de alta calidad de impresión. La Revista se puede obtener de la Editorial Horizonte o directamente escribiendo a: <lvallec@hotmail.com>

Duccio Bonavia

MAIZE

ORIGIN, DOMESTICATION, AND ITS ROLE
IN THE DEVELOPMENT OF CULTURE



CAMBRIDGE

Este libro examina uno de los problemas más espinosos de la arqueología americana: El origen y domesticación del maíz. Usando una variedad de técnicas científicas, Duccio Bonavia explora el desarrollo del maíz, su adaptación a diferentes climas, y su papel fundamental en las antiguas culturas americanas. Un apéndice (por Alexander Grobman) ofrece por primera vez una completa compilación de datos genéticos de maíz y la correlación de estos datos con la evidencia arqueológica presentada en todo el libro. Este libro puede ser comprado mediante www.amazon.com



**POLÍTICA
EDITORIAL**

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.