



# ARCHAEOBIOS



# CENTRO DE INVESTIGACIONES ARQUEOBIOLOGICAS Y PALEOECOLOGICAS ANDINAS

# ARCHAEOBIOS

REVISTA DE BIOARQUEOLOGÍA "ARCHAEOBIOS"  
Nº 1 Vol. 1, Año 2007

## ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN

- ✦ Un breve informe sobre algunos estudios zooarqueológicos preliminares en el sitio de Kuntur Wasi, Cajamarca, Perú.
- ✦ Estudio del crecimiento y desarrollo dental humano en la prehistoria de la costa de Perú: implicaciones paleopatológicas.
- ✦ Recuperación diferencial de conjuntos arqueofaunísticos: implicancias para el análisis de restos de peces en la Cuenca del Lago Titicaca.
- ✦ Aplicación Windows para la Industria Ósea de la Zona Urbana Moche, Huaca de la Luna

## NOTAS TÉCNICAS

- ✦ Arqueología asociada a Biología Molecular.
- ✦ Técnicas microscópicas y granos de almidón antiguos.
- ✦ Utilización del ADN antiguo en estudios bioarqueológicos.

## FOTOGALERIA DE BIOARQUEOLOGÍA

- ✦ Granos de almidón de maíz Gallinazo observados con SEM y microscopia de Polarización.





# REVISTA DE BIOARQUEOLOGÍA

## "ARCHEOBIOS" Nº 1 Vol. 1, Año 2007

### DIRECTOR:

Víctor F. Vásquez Sánchez

### COMITÉ EDITORIAL:

Jonathan D. Kent

Teresa E. Rosales Tham

Gabriel Dorado Pérez

Catherine Gaither

Isabel Rey Fraile

### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Daniel S. Otiniano Quispe

### INFORMACIÓN ADICIONAL:

Revista de Ciencias Aplicadas

Publicación Semestral

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

Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "ARQUEOBIOS"

Apartado Postal 595, Trujillo, Perú

Teléfono: +51-44-9585847

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

\* El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores

### CARÁTULA:

Panorama crepuscular del muelle de la caleta de Huanchaco, recreando un escenario con alpacas e iconografía mochica



# ARQUEOBIOS

CENTRO DE INVESTIGACIONES ARQUEOBIOLÓGICAS  
Y PALEOECOLÓGICAS ANDINAS



# CONTENIDO



## PRÓLOGO:

## INTRODUCCIÓN:

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN:

- 5 ➔ Un breve informe sobre algunos estudios zooarqueológicos preliminares en el sitio de Kuntur Wasi, Cajamarca, Perú.
- 10 ➔ Estudio del crecimiento y desarrollo dental humano en la prehistoria de la costa de Perú: implicaciones paleopatológicas.
- 15 ➔ Recuperación diferencial de conjuntos arqueofaunísticos: implicancias para el análisis de restos de peces en la Cuenca del Lago Titicaca.
- 22 ➔ Aplicación Windows para la Industria Ósea de la Zona Urbana Moche, Huaca de la Luna.

## NOTAS TÉCNICAS:

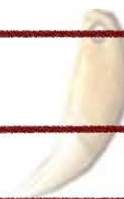
- 29 ➔ Arqueología asociada a Biología Molecular
- 31 ➔ Técnicas microscópicas y granos de almidón antiguos
- 35 ➔ Utilización del ADN antiguo en estudios bioarqueológicos

## FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA:

- 39 ➔ Granos de almidón de maíz Gallinazo observados con SEM y microscopia de Polarización

## LIBROS PUBLICADOS:

## POLÍTICA EDITORIAL:



1

5

29

39

42

44



# Agosto 2007

## Investigadores Contribuidores a la Revista



### PRÓLOGO:

Thomas Pozorski y Sheila Pozorski (Texas Pan University)

### INTRODUCCIÓN:

Victor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN:

Kazuhiro Uzawa (Universidad de Asia Este)  
Catherine M. Gaither (Metropolitan State College of Denver)  
José M. Capriles, Katherine M. Moore y Alejandra I. Domic (Department of Anthropology, Washington University)  
Teresa Rosales T., Daniel S. Otiniano, Víctor F. Vásquez (ARQUEOBIOS)

### NOTAS TÉCNICAS:

Gabriel Dorado Pérez (Universidad de Córdoba)  
Teresa Rosales Tham, Víctor Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)  
Isabel Rey Fraile (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid)

### FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA:

Victor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)







Thomas Pozorski y Sheila Pozorski

Estamos contentos de tener la oportunidad de escribir el prólogo para la nueva revista electrónica "Archaeobios". La aparición de esta revista es uno de los mejores eventos que se ha realizado a lo largo de nuestros 37 años de estudios arqueobotánicos y arqueozoológicos en el Perú. También, la revista es la culminación natural de un proceso largo del desarrollo del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-"ARQUEOBIOS", todo gracias a los esfuerzos de Víctor Vásquez Sánchez y Teresa Rosales Tham.

En la década de los 70s cuando realizamos estudios arqueobotánicos y arqueozoológicos en el valle de Moche, no existían colecciones sistemáticas de huesos y plantas para los estudios comparativos arqueológicos. Por supuesto, había personas en la Universidad Nacional de Trujillo y en general en la ciudad de Trujillo quienes tenían conocimiento de restos botánicos y óseos, hasta algunas colecciones pequeñas de algunas cosas de interés, y con persistencia, un arqueólogo podría obtener cierta información. Pero, una fuente central con amplios recursos, no existían.

La situación cambio en los últimos años de la década del 80, cuando Víctor Vásquez y Teresa Rosales, comenzaron con la acumulación gradual de colecciones comparativas de varias clases de huesos animales y restos de plantas domésticas y silvestres. En los últimos cinco años, las colecciones han crecido enormemente y recientemente están disponibles en facilidades más amplias a arqueólogos legítimos quienes quieren identificar sus restos botánicos y zoológicos con exactitud. También, Víctor y Teresa están ahí para ayudar y colaborar con otros colegas en proyectos pequeños y grandes. Este recurso central es la mejor fuente de conocimiento de su tipo en todo el Perú.

Ahora, con la aparición de la nueva revista "Archaeobios", estamos entrando en una fase nueva en la evolución de los estudios arqueobiológicos en el Perú. No solo se puede identificar restos biológicos con precisión, sino también hay una fuente disponible para publicar los resultados con rapidez y sin mucho costo. Como una de las pocas publicaciones en español y en inglés dedicado a los estudios arqueobotánicos y arqueozoológicos, la revista "Archaeobios" será bienvenida por muchos arqueólogos como nosotros quienes tienen interés en la paleodieta de los antiguos peruanos. Con mucho entusiasmo, damos nuestros saludos a Víctor Vásquez y Teresa Rosales, y deseamos un futuro largo y próspero para la revista "Archaeobios".





**Víctor F. Vásquez  
Sánchez.**

Asistimos en esta oportunidad al advenimiento de un nuevo medio de difusión científica donde observaremos como las diversas disciplinas de las ciencias contribuyen a mejorar el conocimiento de una parte importante de la historia que han dejado los antiguos pueblos que habitaron el área andina.

No habíamos imaginado hace 30 años que ahora fuese posible manipular hábilmente una antigua molécula de ADN y mediante su lectura responder muchas preguntas que anteriormente quedaban sin resolver. Lo mismo ocurre con otras moléculas y elementos químicos que aún permanecen dentro de diversos ecofactos y artefactos, lo cual otorga a los científicos grandes retos para poder resolver problemas que mejoren nuestro conocimiento del pasado, tanto de las antiguas poblaciones como de su medio ambiente, dieta, tecnologías y utilización de recursos.

La Arqueología es una ciencia que cada día brinda retos a los científicos para desarrollar, modificar y sofisticar diversas metodologías y tecnologías (que anteriormente solo se utilizaban para estudios con materiales modernos), para aplicarlas a los materiales antiguos. Como añadido tenemos que el galopante desarrollo de las ciencias informáticas y sistémicas, facilitan la utilización del uso de metodologías, haciendo más prácticos y exactos los análisis sobre materiales arqueológicos recuperados de las excavaciones. Los resultados de estas multidisciplinas y su interdisciplinaridad tienen ahora un rol invaluable para el desarrollo de la Arqueología.

El proyecto de difusión masiva de esta nueva revista tiene como objetivo demostrar a la comunidad científica nacional e internacional como profesionales nacionales y extranjeros de diversas disciplinas han podido tener éxito en desarrollar una línea de investigación conjunta como es la Bioarqueología, especialmente en un país donde la escasez de recursos bibliográficos especializados, tecnología de punta y personal especializado constituye una de los serios problemas que no se han podido resolver.



También una serie de factores y situaciones han influido en este proceso, por un lado proyectos de arqueología nacionales como Huaca de la Luna, Puémape, Túcume, El Brujo, nos han brindado valiosos materiales que mediante sus estudios han permitido conocer aspectos nuevos en lo que se refiere a pesca, crianza de camélidos, paleodietas, estudios de ADN antiguo de restos de mamíferos, plantas y humanos.

Sin embargo, tal vez el más importante aporte lo constituyan los proyectos de arqueología internacionales, generalmente de países desarrollados, que obviamente tienen un mejor desarrollo tecnológico y un mejor acceso a los recursos de información y equipos especializados. Mediante estos proyectos hemos tenido la oportunidad de participar en diversas investigaciones donde las tecnologías de ADN antiguo, isótopos estables, ciencias forenses, estudios microquímicos de suelos, uso de microscopía de alta resolución y aislamiento de restos microbotánicos, lo cual ha mejorado nuestros conocimientos para el desarrollo de la Bioarqueología en nuestro país.

Como consecuencia lógica de este proceso, de la cantidad de información obtenida en los últimos 20 años mediante diversas investigaciones bioarqueológicas,





y de la interacción con otros especialistas nacionales y extranjeros, la responsabilidad de realizar la difusión de todo lo aprendido era inminente.

El apoyo de valiosos profesionales que además han sido nuestros profesores y asesores científicos, como es el caso de Jonathan Kent (Metropolitan State College of Denver), Gabriel Dorado (Universidad de Córdoba, España), José Arceo (Universidad Autónoma de Chapingo, México), e Isabel Rey (Museo de Nacional de Ciencias Naturales, Madrid) han permitido que nuestra labor tenga éxito y han colaborado valiosamente para el lanzamiento de esta revista.

El contenido de este primer número de la revista "ARCHAEOBIOS" tiene la valiosa cooperación de diversos especialistas en Bioarqueología. Tenemos en esta oportunidad el privilegio que el prologo de la revista haya sido realizado por Sheila y Thomas Pozorski, pioneros de las investigaciones de dieta y subsistencia de las culturas prehispánicas de la costa norte del Perú, quienes con mucho entusiasmo y con un lenguaje sencillo nos hacen sentir orgullosos de hacer el prologo a la revista ARCHAEOBIOS.

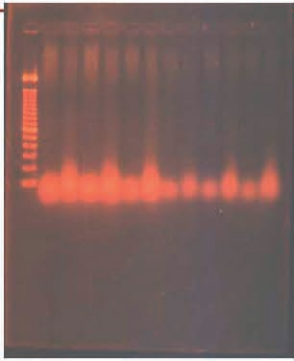
Dentro de los artículos de investigación tenemos cuatro valiosos artículos que son producto de investigaciones inéditas donde se aprecia el manejo de diversas metodologías donde siempre destaca el uso de multidisciplinas.

Kazuhiro Uzawa, especialista en Zooarqueología de la Universidad de Asia Este, nos presenta los resultados de sus estudios zooarqueológicos en el sitio Kuntur Wasi, donde se aprecia que el cambio social que ocurrió en la época formativa se capta mediante el cambio que se aprecia en la fauna recuperada del sitio. De esta forma ha podido señalar para cada fase del sitio como ha sido la dinámica del uso de la fauna, desde los camélidos, cérvidos, hasta animales exóticos como felinos y monos. Estas investigaciones fueron también difundidas en el ICAZ 2006 realizado en Agosto de 2006 en la ciudad de México.



El siguiente artículo de investigación esta presentado por Catherine Gaither, profesora del Metropolitan State College of Denver y especialista en Ciencias Forenses y Paleopatología Humana. La Dra. Gaither viene realizando investigaciones en la costa peruana desde 1996 y después de 11 años de fructíferas investigaciones, nos brinda en su articulo nuevos datos sobre el crecimiento y desarrollo dental de las antiguas poblaciones humanas de la costa peruana, contrastando sus datos de desarrollo dental con los datos de fusión del esqueleto apendicular, concluyendo que las antiguas bases de datos utilizadas para estudiar las antiguas poblaciones no son eficaces y por lo tanto ofreciéndonos nuevos y valiosos datos de las estructuras de edad de poblaciones infantiles de dos sitios arqueológicos en la costa peruana.

Otro artículo de investigación es el que nos presenta José Capriles, especialista en Zooarqueología y candidato doctoral de Washington University. La investigación de Capriles, Moore y Domic, nos brinda valiosa información sobre la recuperación de restos óseos mediante el uso de técnicas de flotación y mallas de diversos tamaños. El caso de sitios arqueológicos de la cuenca del Lago Titicaca y el empleo de zarandas de 1/4" impide obtener una representación adecuada de muestras de microfauna. El trabajo compara muestras recuperadas con zaranda y

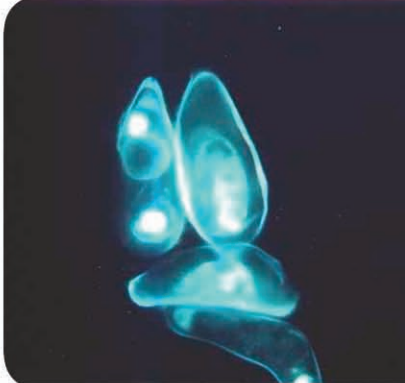


flotación, cuantifica el sesgo producido y discute las implicaciones de utilizar flotación para la recuperación de microfauna en esta región, llegando a concluir que no solamente los camélidos fueron el único recurso utilizado por las poblaciones antiguas de la cuenca del Lago Titicaca.

El último artículo de investigación es producto de la ardua labor realizada por Teresa Rosales Tham, Arqueóloga y Candidato Doctoral de la Universidad Autónoma de Madrid. Una valiosa colección de útiles óseos recuperados de la Zona Urbana Moche en Huaca de la Luna, ha permitido realizar una amplia investigación que abarca el estudio tipológico, experimental y traceológico de esta industria ósea. Los datos recuperados han sido almacenados en una aplicación Windows creada especialmente para esta investigación. El software permite almacenar todos los datos de cada herramienta ósea desde su procedencia, descripción morfométrica, huellas de uso y microfotos obtenidas mediante microscopía óptica de luz transmitida y microscopía electrónica de barrido. Así una extensa cantidad de datos que anteriormente ocupaba miles de fichas de registro y fotos, puede ser almacenada y transportada en un DVD o un dispositivo de almacenamiento masivo de datos, permitiendo un fácil acceso a la información en cualquier lugar y circunstancia.

La revista presenta una sección de Notas Técnicas, las cuales se caracterizan por ofrecer comentarios sobre el desarrollo de tecnologías aplicadas a la Bioarqueología. Tenemos así una valiosa nota técnica sobre la asociación que actualmente existe entre la Arqueología y Biología Molecular, donde Gabriel Dorado, profesor de la Universidad de Córdoba, España., especialista en Biología Molecular y Bioinformática, nos presenta los notables avances en la biotecnología del ADN antiguo que han permitido el desarrollo de proyectos como el del oso de las cuevas del Pleistoceno, del Mamut y últimamente el que se viene desarrollando sobre el genoma Neandertal.


En la segunda nota técnica tenemos el privilegio de hacer un recorrido sobre todas las técnicas microscópicas que actualmente se vienen utilizando para el estudio de los granos de almidón antiguo. Nuestras investigaciones en los últimos 8 años han permitido revelar el consumo de antiguos menús que se preparaban y consumían en sitios religiosos de la época Inca como Namanchugo, y también descubrir como el uso de la “yuca” *Manihot esculenta* tenía una amplia popularidad entre los pobladores del formativo temprano y medio de la costa norte peruana.



La tercera nota técnica esta a cargo de Isabel Rey Fraile, Bióloga Molecular y directora de la Colección de Tejidos y ADN del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. De una manera sistemática nos brinda todas las utilidades que ofrece el estudio del ADN antiguo para las investigaciones que se realizan en Arqueología. Las diversas metodologías con las cuales se estudia todos los tipos de ADN antiguo, los resultados que se han obtenido y también las publicaciones que se han realizado, ofrecen al lector una visión nueva y moderna de la tecnología que el estudio del ADN antiguo aporta a la ciencia Arqueológica.

Una tercera sección de la revista la hemos denominado como Fotogalería de Bioarqueología, en esta presentamos fotografías inéditas de materiales orgánicos que han sido sometidos a diversos estudios donde nuevamente el registro fotográfico ofrece información visual que antes era desconocida. Para este primer número les ofrecemos fotografías inéditas de una mazorca de maíz de la cultura Gallinazo





recuperada en el Castillo de Tomaval, cuyos granos de almidón fueron estudiados con microscopía de polarización y microscopía electrónica de barrido. La información nos permite conocer características novedosas del endospermo de las primitivas razas de maíz que habitaron la costa norte del Perú.

La última sección esta dedicada a difundir la publicación de nuevos libros de la especialidad, páginas web que ofrecen bases de datos sobre osteología de mamíferos, aves, peces y reptiles, con información muy actualizada para ser manejada interactivamente. En cada nuevo número de esta revista trataremos de ofrecerles las últimas novedades tecnológicas, publicaciones y nuevos sitios web para ser utilizados en vuestras investigaciones.

Tenemos que agradecer a todo el equipo y personal que ha hecho factible la publicación del primer número de esta revista, el Dr. Jonathan Kent quien ha trabajado muy rigurosamente con los artículos de zooarqueología y aportó valiosas su-gerencias producto de su amplia experiencia y conocimiento. El Dr. Gabriel Dorado ha sido muy exhaustivo al revisar el contenido de los trabajos que se publican en la revista, el se ha encargado de revisar tanto los artículos en español y en inglés. La Srta. Amy Hogue (MetropolitanState College Denver) ha contribuido con la traducción de algunos artículos para la versión en inglés de la revista. El Sr. Daniel Otiniano tiene toda la responsabilidad para que la diagramación y formato de la revista tenga la presentación que Uds. ahora pueden disfrutar, su dedicación, creatividad y eficiencia son muy importantes para otorgarle nuestros agradecimientos. Los asistentes del laboratorio de Arqueobiología como el Bachiller Rober Casas Reyes y Miguel Julca Sánchez, tuvieron una participación activa con diversas tareas en la reproducción electrónica de la revista. Comiencen a disfrutar de este primer número de la revista y esperamos sus comentarios y sugerencias con mucha atención.



Víctor F. Vásquez Sánchez  
Director de ARQUEOBIOS





**ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN**

---





## Un breve informe sobre algunos estudios zooarqueológicos preliminares en el sitio de Kuntur Wasi, Cajamarca, Perú

**Kazuhiro Uzawa**

Universidad de Asia Este, Ichinimiya-gakuencho 2-1, Shimomoseki, Yamaguchi, Japón  
E-mail: <kuzawa@toua-u.ac.jp>

### Resumen

Mediante el estudio zooarqueológico de una importante muestra ósea recuperada de las excavaciones del sitio arqueológico de Kuntur Wasi, se puede apreciar el cambio social que ocurrió en la época formativa, mediante el cambio que se aprecia en la fauna recuperada del sitio. Se señalan para cada fase del sitio como ha sido la dinámica del uso de la fauna, desde los camélidos, cérvidos, hasta animales exóticos como felinos y monos.

#### 1.- El sitio arqueológico de Kuntur Wasi:

El sitio arqueológico de Kuntur Wasi está ubicado a 2300 msnm, en el departamento de Cajamarca, anexa a la cuenca occidental de los Andes, en el norte de Perú (Figura 1). El equipo investigador encabezado por Julio C. Tello en 1946 confirmó que este sitio era un templo de la época formativa.

Es en 1988 cuando un grupo de investigadores japoneses de la Universidad de Tokio y de Saitama dan inicio a trabajos de excavación arqueológica de gran escala que duraron más de 10 años, otorgando una nueva imagen de este sitio (Onuki, 1995).

En el curso de estas investigaciones, se evidenciaron cantidades de restos faunísticos con buena conservación, llegando a estimarse más de cien mil elementos. En este artículo, se presenta la información preliminar que brinda el análisis zooarqueológico iniciado desde el año 2002 hasta la fecha.

#### 2.- La Arqueozoología Andina y el sitio de Kuntur Wasi:

En el estudio de la arqueozoología andina existen varios temas de estudio, por ejemplo, uno de los

temas principales está enfocado al estudio del origen y la propagación de dos tipos de camélidos domésticos *Lama glama* “llama” y *Lama pacos* “alpaca” que se criaron como ganado en los andes centrales. En este contexto la investigación es amplia para mostrar hipótesis de ¿Cómo se desarrolló el proceso de la utilización animal en cada sector? ¿Qué carácter tuvo en cada región? ¿Cómo se realizó el intercambio comercial entre las regiones prehispánicas de los andes? ¿Qué otros aspectos se desarrollaron en el extenso ambiente geográfico de los andes?.

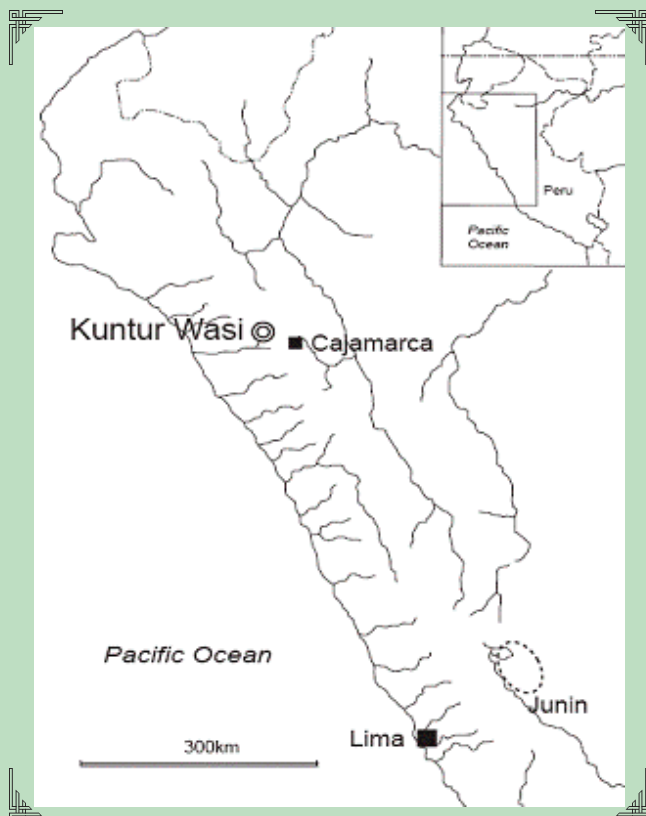


Figura 1: Ubicación geográfica del sitio arqueológico de Kuntur Wasi

También es un tema interesante para estudiar el origen y manejo del concepto simbólico en la época antigua sobre la expresión de la iconografía animal usada como icono en varios artefactos investigados, desde el lado de huesos animales desenterrados en las investigaciones en sitios arqueológicos.

Sin embargo, existen limitaciones marcadas por la falta de datos arqueozoológicos para discutir esta

diversidad de temas en un determinado periodo cultural. De esta manera los datos obtenidos del análisis arqueozoológico del sitio Kuntur Wasi cobran importancia ya que son el punto para aproximarse a investigar los temas mencionados.

### 3.-La Introducción de Camélidos domésticos:

Tal como se mencionó, la cantidad de restos faunísticos evidenciados en el sitio arqueológico de Kuntur Wasi asciende a 100.000 elementos. En este estudio preliminar se han analizado 10.000 restos que resumen la fauna de esta época, entre los cuales se han identificado 13 familias, destacándose los artiodáctilos de la familia *Cervidae* y *Camelidae* que ocupan más de 80 %, siendo la especie dominante el *Odocoileus virginianus* “venado cola blanca”, lo cual es el fiel reflejo del nicho ecológico de este animal con la posición del sitio arqueológico que está en la zona climática de cercanía de las zonas Yunga a Quechua. En menor porcentaje se incluye la Familia *Canidae*: *Canis familiaris* “perro”; Familia *Caviidae*: *Cavia porcellus* “cuy” y entre los animales exóticos que no habitan alrededor del sitio arqueológico tenemos a: *Tremarctos ornatus* “oso de anteojos”, “felinos colorados”, “capuchino”, entre otros (con respecto al “capuchino” este es uno de los especímenes más antiguos y se encuentra en preparación un artículo para este caso).

La construcción del templo de Kuntur Wasi comenzó en la época formativa media y se abandonó en la época formativa final. Durante estos periodos se han realizado







subdivisiones en 4 fases: Fase *Idolo*, Fase *Kuntur Wasi*, Fase *Copa* y Fase *Sotera*.

Basados en la comparación de la fauna evidenciada para cada fase, podemos comprender los aspectos de la propagación de los camélidos domésticos en la época formativa. En este sentido se analiza el cambio de cada fase con respecto a la proporción relativa entre los huesos de venados y los de camélidos (Figura 2). La fauna de la fase *Idolo*, está compuesta por huesos de venados. En la fase *Kuntur Wasi*, los huesos de camélidos aparecen en poca cantidad para luego ir aumentando proporcionalmente. Finalmente en la fase *Sotera* la proporción de los ambos llega a ser equiparable.

consecuencia, en la sierra central de Perú donde se cazaban camélidos salvajes fue difícil captar aspectos de la propagación de especies domésticas de camélidos.

Sin embargo, Kuntur Wasi se encuentra ubicado fuera de la distribución natural de especies salvajes por lo cual podemos interpretar la aparición de camélidos en el sitio arqueológico, mostrando la introducción de camélidos domésticos. En este sentido es posible captar este período claramente y también suponer la primera forma de animal doméstico y el modelo de cría.

Lamentablemente aún no se han evidenciado esqueletos completos conservados y hasta ahora no se han encontrado los datos apreciables para un estudio de morfológico. Sin embargo, el modelo de crianza de camélidos en la época formativa está aclarado por el resultado supuesto de la composición de edad basada en la erupción y desgaste dentario (Figura 3). Con esta base de datos, el perfil etario indica presencia de camélidos tiernos, juveniles y adultos. Estos resultados concuerdan con investigaciones de otros sitios y en esta línea podemos plantear que

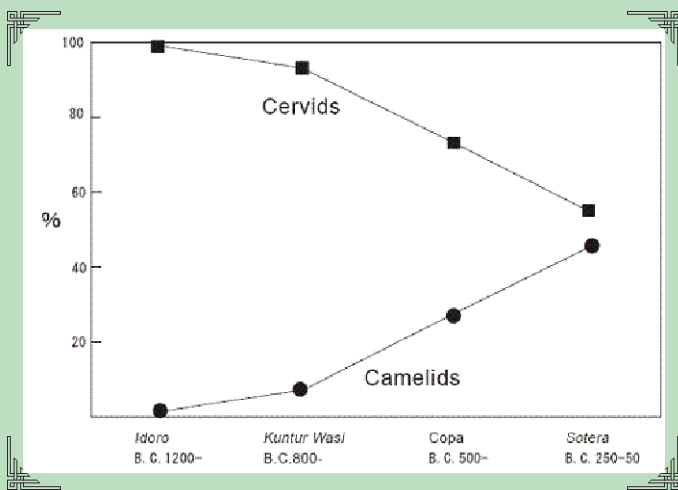


Figura 2: Cambios porcentuales de las proporciones de huesos de cérvidos y camélidos según fases

El cambio de esta proporción relativa muestra el proceso de la introducción de camélidos domésticos alrededor de Kuntur Wasi donde los camélidos salvajes no se propagaron espontáneamente. Existe mucha dificultad en distinguir entre las especies salvajes y la domesticadas en los *Camelidae*, esto porque los huesos están fragmentados y porque no se ha aclarado las características diagnósticas para distinguir camélidos en este nivel. En

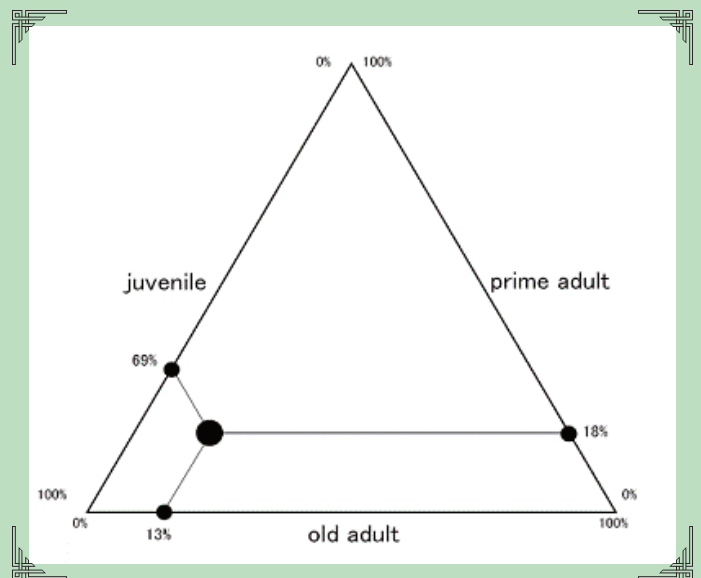


Figura 3: Perfil etario de los camélidos de Kuntur Wasi

en Kuntur Wasi se dio inicio a la cría de camélidos.

También los datos preliminares dan luces para incluir individuos muy viejos, a pesar de una

poca cantidad (Figura 4).



Figura 4: Mandíbula izquierda de camélido doméstico adulto (>10 años) en Kuntur Wasi

Por otro lado, los datos comparativos con individuos actuales, han permitido identificar individuos con más de 10 años de edad lo que nos sugiere una importante manera para utilizar los camélidos.

Los ganaderos actuales de camélidos utilizan una bestia vieja como líder porque tiene mucha experiencia para guiar grupos, denominándolo “delantero”, el cual lidera la caravana cuando realizan el trabajo de carga. En cuanto a la distribución de tamaños de camélidos recuperados en Kuntur Wasi, esta casi corresponde a la “llama” actual. Esto sugiere la posibilidad de que en la época formativa tardía se utilizaron camélidos de la misma talla como animales de carga, tal como lo realizan los ganaderos actuales.

#### 4.- La aparición de la especie exótica y la época formativa en la sierra norte de Perú:

En la fase tardía de Kuntur Wasi la proporción relativa de *Cervidae* disminuyó y en su lugar comenzó la cría de *Camelidae*. Ahora bien, los ganados actuales de camélidos tienen su base de operaciones en la sierra a más de 2300 msnm y utilizan llamas para transportar productos agrícolas conseguidos por el intercambio comercial o su trabajo en el campo desde el lugar bajo hasta el alto. La cercanía de 2300 msnm

donde el sitio arqueológico de Kuntur Wasi está situado es el nicho ecológico adecuado al cultivo de productos agrícolas, por lo cual la posibilidad de que se necesitaron llamas para transportar productos agrícolas es baja. Es necesario examinar el fondo del porqué se estableció el ganado de camélidos aquí.

#### 5.- Los animales exóticos y el cambio social en la época formativa:

El cambio social que ocurrió en la época formativa lo podemos captar en el cambio de la fauna desenterrada en el sitio arqueológico también. Es en la fase Kuntur Wasi cuando comenzó la introducción de camélidos y en la fase Copa existe un avance de esta utilización, y se tiene la ausencia en los alrededores del sitio arqueológico de felinos colorados, oso de antejo, capuchino, etc. Esto propone que las representaciones de este “mono” en varios artefactos de la época formativa no sólo fuera de un animal raro, sino fuera un animal muy simbólico.

El cambio gradual en las proporciones relativas de restos óseos de *Cervidae* y *Camelidae* no está limitado al significado de utilización de sólo un grupo de animales. Esto sugiere el proceso para formar la base de vida en la unión con las sociedades populares, sobre todo las sociedades enraizadas en los ambientes ecológicos diversos utilizando recursos que se pueden explotar del ambiente local. En el norte de Perú en la época formativa los





camélidos no sólo estarían limitados a la carga de productos agrícolas sino contribuyeron a la unión de las sociedades regionales transportando diversos materiales.

**6.- Referencias Bibliográficas:**

- Onuki Y (ed) (1995): Kuntur Wasi y Cerro Blanco: Dos Sitios del Formativo en el Norte del Perú, Tokio: Hokusensha.



Figura de Terracota, recuperado durante las excavaciones arqueológicas en el sitio de Kuntur Wasi.



## Estudio del crecimiento y desarrollo dental humano en la prehistoria de la costa de Perú: implicaciones paleopatológicas

Catherine M. Gaither

Metropolitan State College of Denver  
1201 5th St.  
Denver, Colorado 80204  
E-mail: <gaither2@comcast.net>



### Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación del crecimiento y desarrollo dental en poblaciones prehistóricas en la costa peruana. Anteriores investigaciones han demostrado variabilidad entre poblaciones humanas en el crecimiento y desarrollo dental. Esta investigación establece estándares de crecimiento y desarrollo mediante el estudio de los dientes en dos poblaciones prehistóricas costeñas en Perú. Los resultados indican que los estándares establecidos en poblaciones indígenas norteamericanas no son apropiados para usar en poblaciones prehistóricas Andinas. También, los resultados apoyan la evidencia de la variabilidad entre poblaciones de seres humanos, establecidos anteriormente, y sugieren que hay que investigar más las diferencias para establecer estándares de crecimiento y desarrollo en otras partes del mundo.

### 1.- Introducción:

La edad de una persona al morir es un asunto crítico en el estudio de la paleodemografía y salud de poblaciones arqueológicas. La determinación de la edad de los niños cuando mueren es especialmente importante porque la mortalidad de los juveniles está considerado como un indicador sensitivo de la salud de la comunidad, particularmente en comunidades donde hay un riesgo alto de enfermedades, como malnutrición y ambientes contaminados (Milner 1991). El método más preciso para la determinación de la edad en niños de muestras arqueológicas es la formación y erupción de los dientes (Saunders 1999; Johnston y Zimmer 1989; Fanning 1962; Lewis y Gran 1960; Schour y Massler 1940). Los dientes, como la parte más dura del cuerpo, sobreviven mejor en sitios arqueológicos que otras partes del

cuerpo, y su formación y erupción son menos afectados por problemas como malnutrición o enfermedades (Ubelaker 1999). La mortalidad de los niños ha proveído mucha información acerca de aspectos de la vida en el pasado, como estatus social y salud, estrés asociado con ablactación, y la presencia en la población de una epidemia (Roberts y Manchester 1997; Powell 1991; Cohen 1989; Saul 1976). Estas investigaciones son dependientes en la precisión de la estimación de edad cuando las personas murieron. Si estándares establecidos en otras poblaciones son usadas para determinar su edad cuando murieron, es posible que los resultados de la investigación podrían estar comprometidos. Por lo tanto, este informe presenta los resultados de una investigación con nuevos estándares para la determinación de edad al momento de la muerte de niños de poblaciones prehistóricas costeñas en Perú.





**2.- Materiales y Métodos:**

Los materiales de esta investigación fueron recuperados de excavaciones de dos sitios, uno ubicado en la costa central (el sitio de Puruchuco-Huaquerones) y el segundo en la costa norte (La Huaca Cao Viejo del complejo arqueológico El Brujo) del Perú. Estos sitios fueron escogidos por el tamaño de su muestra, su conservación excelente y su contexto arqueológico bien definido. En la Tabla 1 se presenta la información de las muestras de estos sitios. Los materiales de Puruchuco-Huaquerones tienen fechas asociadas con la época Inca (DC 1472-1530) (Cock 1999) y los materiales de la Huaca Cao Viejo son asociados con la época Lambayeque (DC 1000-1300).

mediante Rayos X de acuerdo con los técnicos Jerry Conlogue y Andrew Nelson en el sitio de San José de Moro en la costa norte del Perú (Conlogue y Nelson 1999).

**Métodos de análisis:**

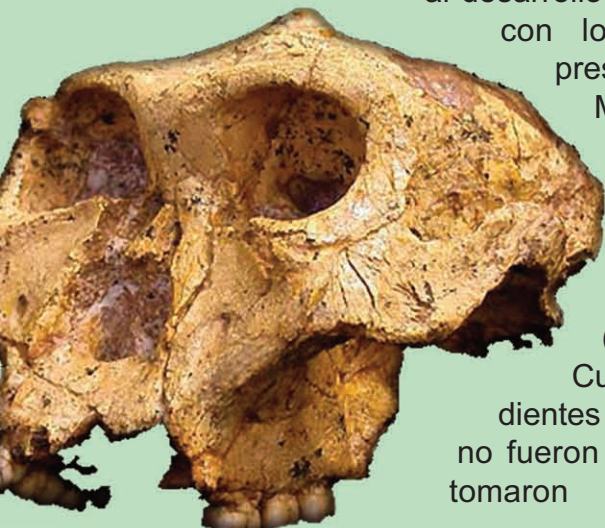
Cada diente presenta una edad relativa al desarrollo, de acuerdo con su calcificación y etapa de crecimiento de las raíces, los que están presentados en Moorrees, Fanning y Hunt (1963). Los niños fueron analizados como una muestra combinada (Moorrees, Fanning y Hunt 1963); los sexos no fueron separados porque la dificultad que existe en la determinación del sexo en esqueletos de niños. Si un individuo no presenta por lo menos tres dientes, no es utilizado en la muestra de

	El tamaño total de la muestra		Nº de individuos estudiados		Muestras examinadas por radiografías		Muestras examinadas visualmente	
	Puruchuco	El Brujo	Puruchuco	El Brujo	Puruchuco	El Brujo	Puruchuco	El Brujo
Nº individuos	138	43	133	39	94	0	39	39

Tabla 1.- Resumen de las muestras, su tamaño y el número de dientes examinado visualmente y por radiografías

**Acumulación de datos:**

Los datos fueron acumulados por examen visual cuando fue posible y con radiografías cuando los dientes no fueron visibles (cuando estaban en los alvéolos). Los dientes fueron examinados y proporcionaban una edad relativa al desarrollo de acuerdo con los métodos presentados en



Moorrees, Fanning y Hunt (1963) y Owsley y Jantz (1983).

Cuando los dientes o sus raíces no fueron visibles, se tomaron radiografías

estudio. Los premolares fueron usados como dientes referenciales porque ellos demuestran menos variabilidad en su crecimiento y desarrollo entre poblaciones y entre sexos (Tompkins 1996; Sinclair 1989; Owsley y Jantz 1983). Cada diente fue comparado con los premolares y las diferencias entre etapas de desarrollo fueron analizadas estadísticamente usando una prueba conocida como Prueba t (Owsley y Jantz 1983). Este establece diferencias entre el crecimiento y desarrollo dentro de individuos y entre los tipos de dientes. Entonces las edades de desarrollo fueron convertidas en edades cronológicas utilizando las tablas proporcionadas por Moorrees, Fanning y Hunt (1963), y de acuerdo con su recomendación de que cuando no se conoce el sexo de los niños, el promedio de la etapa para estos debe ser calculado como el promedio de cada etapa relativa al desarrollo. La edad de cada esqueleto fue determinada por el promedio de todos los dientes presentes (Owsley y Jantz 1983). Usando toda



esta información – las etapas relativas al desarrollo por cada diente, las diferencias entre de los tipos de dientes y las edades determinados por los individuos – se establecieron tablas de desarrollo dental.

**3.- Resultados:**

En la Figura 1 se presenta los gráficos de desarrollo dental. Una comparación entre estos gráficos y los de Ubelaker (1999) demuestra que hay una diferencia significativa ( $P = <0.01$ ) entre las edades establecidas por estos y los de Ubelaker (1999). Los gráficos de Ubelaker (1999) producen una edad dos años mayor que los obtenidos en el presente estudio (Gaither 2004). Un análisis del crecimiento de los huesos largos sugiere que estos gráficos (Figura 1) están proporcionando una edad más apropiada para estas poblaciones (Gaither 2004).

**4.- Conclusiones:**

La edad cuando una persona muere es una información muy importante para el análisis de la salud de una población. La precisión de la determinación de edad, entonces, es esencial. Estándares apropiados deben ser usados para la población que un investigador esta estudiando. Si no se están usando estándares apropiados o si no existen estos estándares, entonces será difícil conocer si los resultados son válidos. Esta investigación ha demostrado que los estándares usados en el pasado por Ubelaker (1999), no son apropiados para las poblaciones en la costa Peruana. También apoya

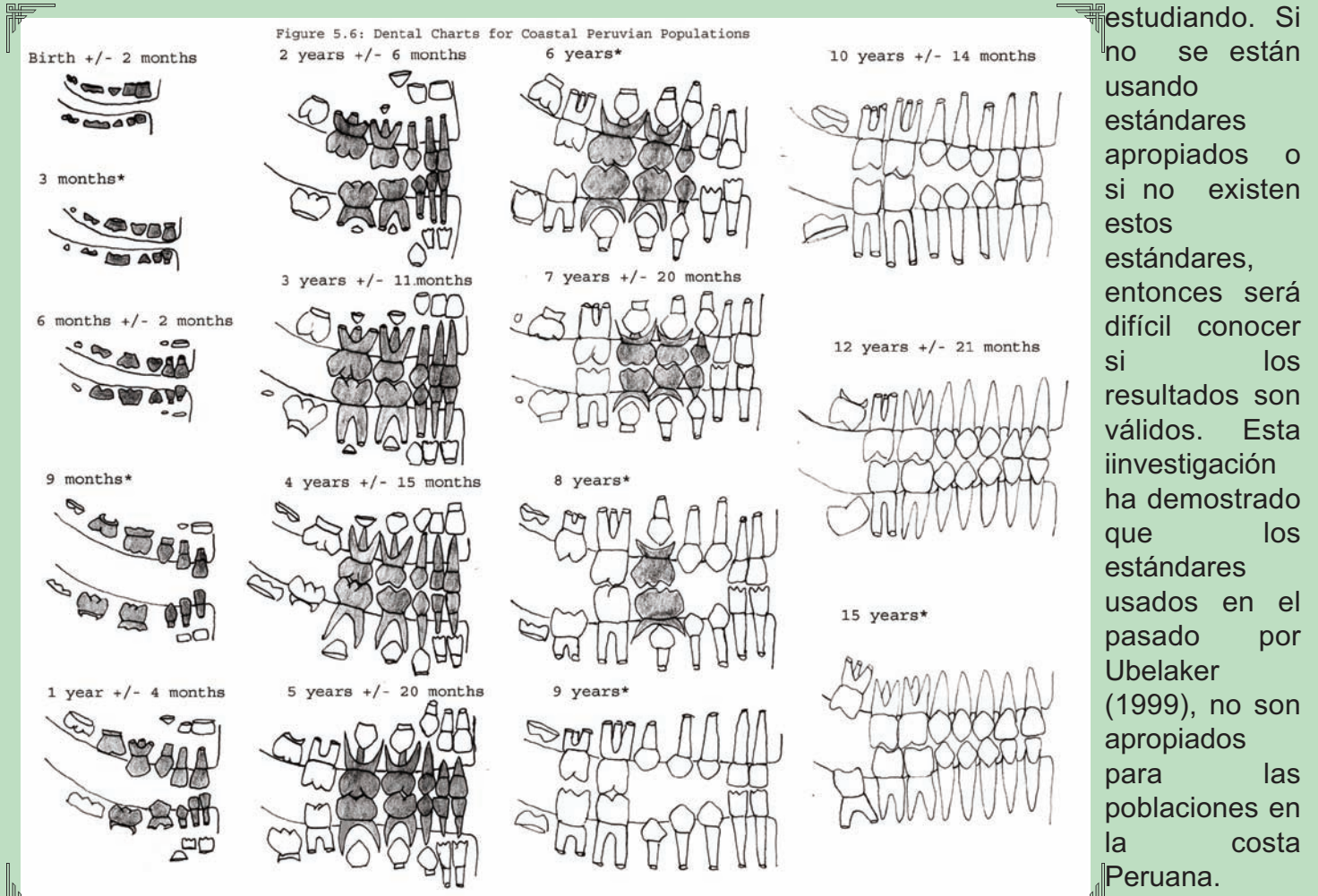


Figura 1.- Tablas dentales por poblaciones costeñas en Perú



las investigaciones que demuestran diferencias en crecimiento y desarrollo entre poblaciones antiguas. Muchos estudios han demostrado diferencias significativas entre poblaciones africanas, europeas y norteamericanas (los indígenas) en su crecimiento y desarrollo dental (Harris y McKee 1988; Loevy 1983; Owsley y Jantz 1983; Hassanali y Odhiambo 1981; Cherkow 1980; Freitas y Salzano 1975). Sin embargo, hay que investigar el alcance de las diferencias entre poblaciones. Por ejemplo, ¿hay una diferencia significativa entre poblaciones costeñas y serranas en el Perú o entre las poblaciones sudamericanas y las de mesoamérica? Estas interrogantes serán el foco de estudios en el futuro.

### 5.- Referencias Bibliográficas:

- Cherkow S (1980): Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *American Journal of Orthodontics* 77: 79-91.
- Cock G (1999): Estudio de Evaluación Arqueológica del Área Ocupada por el Asentamiento Humano Túpac Amaru, en el Sitio Arqueológico de Huaquerones-Puruchuco, Distrito de Ate-Vitarte, Prov. y Dpto. de Lima. Informe Final presentado a la Comisión Calificadora de Zonas Arqueológicas Ocupadas por Asentamientos Humanos del INC. Lima.
- Cohen M (1989): *Health and the rise of civilization*. New Haven: Yale University Press.
- Conlogue G, Nelson A (1999): Polaroid imaging at an archaeological site in Peru. *Radiography*. 70:3. pp. 244-250.
- Freitas MJ, Salzano FM (1975): Eruption of permanent teeth in Brazilian whites and blacks. *American Journal of Physical Anthropology*. 42:145-150.
- Gaither C (2004): A growth and development study of coastal prehistoric Peruvian populations. A dissertation submitted to Tulane University, UMI.
- Harris EF, McKee JH (1988): Tooth mineralization standards for blacks and whites from the middle southern United States. *Journal of Forensic Science* 35: 859-872.
- Hassanali J, Odhiambo JW (1981): Ages of eruption of the permanent teeth in Kenyan Africa and Asian children. *Annals of Human Biology*. 8:425-434.
- Johnston FE, Zimmer LO (1989): Assessment of growth and age in the immature skeleton. In: İşcan, MY and KAR Kennedy, eds. *Reconstruction of Life from the Skeleton*. Alan R. Liss: New York, pp. 11-22.
- Lewis AB, Gran SM (1960): The relationship between tooth formation and other maturational factors. *The Angle Orthodontist*. 30:70-77.
- Loevy H (1983): Maturation of permanent teeth in Black and Latino children. *Act Odontol. Pediatr.* 4: 59-62.

- Milner GR (1991): Health and cultural change in the Late Prehistoric American Bottom, Illinois. In: *What mean these bones? Studies in Southeastern Bioarchaeology*. Powell, ML, Bridges, PS, and Wagner Mires, AM eds. Tuscaloosa: The U. of Alabama Press.
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt Jr. E (1963): Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *American Journal of Physical Anthropology*. 21:205-213.
- Owsley DW, Jantz RL (1983): Formation of the permanent dentition in Arikara Indians: timing differences that affect dental age assessments. *American Journal of Physical Anthropology*. 61: 467-471.
- Powell ML (1991): Ranked status and health in the Mississippian chiefdom. In: *What mean these bones? Studies in Southeastern Bioarchaeology*. Mary Lucas Powell, Patricia S. Bridges, and Anne Marie Wagner Mires eds. The University of Alabama Press: Tuscaloosa.
- Roberts Ch, Manchester K (1997): *The archaeology of disease*. 2nd edition. Cornell U. Press: Ithaca.
- Saul FP (1976): *Osteobiography: Life history recorded in Bone*. In: *The measures of man; methodologies in biological anthropology*. Eugene Giles and Jonathan S. Friedlaender eds. Peabody Museum Press: Cambridge.
- Saunders SR (1999): *Subadult skeletons and growth-*





related studies. In: M. Anne Katzenberg and Shelley R. Saunders, eds. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Wiley-Liss: New York, pp. 135-161.

- Schour I, Massler M (1940): Studies in tooth development: the growth pattern of human teeth. *Journal of the American Dental Association*. 27:1778-1793.
- Sinclair D (1989): *Human growth after birth*. New York:

Oxford U. Press.

- Tompkins RL (1996): Human population variability in relative dental development. *American Journal of Physical Anthropology*. 99:79-102.
- Ubelaker DH (1999): *Human skeletal remains; excavation, analysis, interpretation*. 3rd edition. Taraxacum: Washington D.C.





# Recuperación diferencial de conjuntos arqueofaunísticos: implicancias para el análisis de restos de peces en la cuenca del Lago Titicaca

José M. Capriles<sup>1</sup>, Katherine M. Moore<sup>2</sup> y Alejandra I. Domic<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Anthropology, Washington University, One Brookings Drive, Campus Box 1114, St. Louis, MO 63130, USA, E-mail: <jcaprile@artsci.wustl.edu> <sup>2</sup>University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, 3260 South Street, Philadelphia, Pennsylvania, 19104 USA, E-mail: <kmmoore@sas.upenn.edu> <sup>3</sup>Department of Biology, Saint Louis University, 3507 Laclede Ave., St. Louis, MO 63103, USA., E-mail: <adomicri@slu.edu>

## Resumen

La recuperación de materiales arqueológicos y restos óseos en particular evidentemente depende del tamaño de malla empleada. En el caso de los sitios arqueológicos de la cuenca del Lago Titicaca, el empleo de zarandas de 1/4" impide obtener una representación adecuada de muestras de microfauna. En el presente reporte comparamos muestras recuperadas con zaranda y flotación, cuantificamos el sesgo producido y discutimos las implicaciones de utilizar flotación para la recuperación de microfauna en esta región.

### 1.-Introducción:

Los investigadores interesados en microfauna (específicamente vertebrados  $\leq 1$  kilogramo) han destacado la importancia del sesgo que se produce a partir de la implementación de diferentes técnicas de recuperación, de materiales arqueológicos durante el proceso de

excavación (Shaffer y Sánchez 1994; Stahl 1996). A pesar de que durante los últimos años, en la mayoría de los países latinoamericanos se ha generalizado el empleo de zarandas, a menudo el tamaño de éstas es insuficiente para permitir la recuperación de muestras adecuadas, es decir representativas de ciertos

artefactos (e.g., microlitos) y ecofactos (e.g., macro-vestigios vegetales, microfauna). En este breve reporte se presenta un ejemplo concreto de la cuantificación del sesgo producido por la recuperación diferencial de materiales arqueofaunísticos en la cuenca del Lago Titicaca, particularmente en relación a

restos de peces. Asimismo, se discute los alcances y limitaciones del empleo de flotación como técnica de recuperación de grano fino.

Numerosos trabajos han destacado la importancia de emplear técnicas finas ( $\leq 2$  mm) para la recuperación de artefactos frecuentemente descartados involuntariamente debido a su reducido tamaño (Baker et al. 1997; Lyman 2005; Reitz y Wing 1999). La dimensión de zarandas tradicionalmente usadas en excavaciones arqueológicas varía; algunos ejemplos comunes incluyen: 1/4" (0.635 cm), 1/8" (0.317 cm) y 1/16" (0.158 cm). Todavía no existe una estandarización en relación a los tamaños que preferentemente deberían emplearse lo cual agrega un mayor problema a la eventual comparación entre materiales recuperados de diferentes sitios o incluso entre diferentes proyectos arqueológicos que trabajan en un mismo sitio. Por ejemplo, el empleo de medidas en Sistema Inglés a veces limita la comparación con zarandas con dimensiones en Sistema Métrico (e.g., 1 cm, 0.5 cm). Sin embargo, más allá de estos tradicionales problemas, es importante destacar que la recuperación diferencial es un hecho que debe abordarse de forma sistemática. Diferentes tamaños de zarandas son empleados en construcción y jaulas de animales en América Latina. El uso de medidas en

Sistema Inglés por parte de arqueólogos norteamericanos es totalmente pragmático basado en los productos tradicionalmente disponibles en Estados Unidos y su importación se debe a la conveniencia y consistencia de su uso. Estos mismos materiales están usualmente disponibles en América Latina, tanto en Sistema Inglés como métrico.

El principal problema que impide la implementación generalizada de zarandas de tamaños más finos es el costo y tiempo adicional que implica su uso tanto durante el proceso de excavación como en la posterior fase de análisis de las muestras. Frecuentemente no se justifica el empleo de procedimientos demasiado detallados, particularmente cuando la información adicional producida no es significativamente diferente de aquella producida empleando procedimientos de recuperación de tamaños más gruesos. Estas decisiones deberían formar parte de un continuo guiado por el diseño de investigación y las características del material a recuperarse.

Para la región de la cuenca del Lago

Titicaca es común recuperar varios kilogramos de restos líticos, cerámicos y óseos durante el desarrollo de excavaciones arqueológicas (cuando se emplean zarandas de 1/4"). Los restos óseos están mayormente compuestos por huesos de camélidos domesticados. La importancia tradicional de estos animales para el consumo de carne, ritualidad, producción de textiles y transporte, han fortalecido la idea de que únicamente los camélidos eran importantes para la economía de la región (e.g., Kolata 1993; Webster 1993; Webster y Janusek 2003). Lastimosamente, esta noción ha eclipsado otras inferencias acerca de la relevancia y contribución de otros recursos animales (cf. Browman 1989; Erickson y Horn 1975). Es recién con la implementación de técnicas más finas y detalladas de recuperación por zooarqueólogos especialistas.

Como parte del proceso de análisis de estos materiales, comparamos las muestras de restos





de peces y camélidos que fueron recuperados a partir de muestras de zarandas. Aquí presentamos el análisis de una muestra de 29 loci o unidades de procedencias específicas procedentes de las excavaciones del sitio Kala Uyuni localizado en la Península Taraco durante la temporada 2003 del TAP. Se comparan dos juegos de datos sobre restos óseos, por un lado, las muestras de zaranda de 1/4" y por otro, las fracciones pesadas de flotación. Debido a que los restos recuperados de una muestra de flotación y aquellos de zaranda están asociados a volúmenes de sedimento diferentes, las comparaciones de los resultados que se discuten a continuación fueron estandarizadas mediante el empleo de densidades.

Para comparar y analizar la relación entre la densidad de restos óseos recuperados por zaranda y flotación se procedió a realizar regresiones lineales. Efectuamos cuatro comparaciones de datos. Inicialmente, se compararon el peso total de huesos, luego el peso de mamíferos grandes (i.e., principalmente camélidos), posteriormente el peso de los restos de peces y finalmente el número de especímenes identificados o NISP total de peces. Se estableció el nivel de significación estadística en 0.05.

### 3.- Resultados:

Los resultados muestran que en todos los casos, las relaciones lineales y las densidades

presentes en las muestras de zaranda y aquellas en fracciones pesadas de flotación no fueron significativas y sus coeficientes de correlación fueron correspondientemente muy bajos. Por lo tanto, no es posible desechar la hipótesis nula sugiriendo que las relaciones no difieren substancialmente de una distribución aleatoria. Obtuvimos resultados similares al comparar otros grupos animales (i.e., aves, roedores) aunque éstos no se presentan aquí. Los resultados alcanzados sugieren que no hay una correspondencia entre ambos conjuntos de datos. Concretamente, las muestras de zarandas no pueden predecir ni el peso ni la cantidad de restos de peces, representados en un evento deposicional determinado.

Como consecuencia, los arqueólogos no pueden usar los mismos criterios visuales que emplean para evaluar artefactos más grandes, suelos y arquitectura. Los excavadores tienen que estar alertas a las limitaciones de estas habilidades tradicionales y aprender a valorar la información de la flotación y usarla para incrementar su comprensión acerca del registro arqueológico, aún si no tienen la posibilidad de 'verlo'.

Físicamente, mientras más grande sea el ítem, menor será el valor de las muestras pequeñas de flotación al coleccionar una muestra representativa.

Consecuentemente, las muestras de zaranda también



son potencialmente útiles para la colección de muestras representativas. En un conjunto típico de muestras de flotación recuperado por el TAP, los restos de peces recuperados en zarandas de 1/4" es menor a 1% del peso total de huesos, pero en las muestras de flotación, varía entre 1% hasta valores tan altos como 80% y 90% del peso del hueso. Esto es un punto diferente que la ausencia de correlación, debido a que se refiere a la magnitud total de la pérdida.

Considerando los resultados obtenidos y nuestra propia experiencia, se puede recomendar que para establecer la importancia absoluta y relativa de los restos de peces desechados en un contexto cultural determinado se requiere una resolución alta y por tanto procedimientos de recolección

procedimientos de recolección Lago Titicaca la recolección de

implementación de este procedimiento en excavaciones en Chiripa, Tiwanaku y otros sitios cercanos, confirmó la idoneidad de la flotación no solamente para la recuperación de materiales arqueobotánicos, sino también microfauna (Browman 1989; Wright et al. 2003). En adición, a partir del análisis de las muestras de flotación se pudo abordar de forma sistemática el estudio de microartefactos, incluyendo materias primas importadas a la región, como la obsidiana y ciertos metales (Bandy com. pers. 2006).

Fórmula de regresión lineal simple	N	R <sup>2</sup>	F	P
Densidad de zaranda del total de huesos (g/l) = 0.486 + densidad de flotación del total de huesos (g/l) * 0.009	29	0.002	0.038	0.848
Densidad de zaranda de huesos de mamíferos grandes (g/l) = 0.427 + densidad de flotación de mamíferos grandes (g/l) * 0.038	29	0.014	0.312	0.582
Densidad de zaranda de huesos de peces (g/l) = 0.003 + densidad flotación de huesos de peces (g/l) * 0.000	29	0.004	0.095	0.761
Densidad de zaranda de huesos de peces (NISP/l) = 0.055 + densidad flotación de huesos de peces (NISP/l) * -4.8 <sup>ms</sup>	29	0.013	0.301	0.589

Tabla 1: Fórmulas de las regresiones lineales simples y estadísticos asociados con cada una, mostrando la ausencia de significancia entre las dos variables analizadas (muestras de 1/4" zarandas y de flotación) así como las correlaciones sumamente bajas

de grano fino.

muestras de flotación se realizó con el fin de recuperar macrovestigios vegetales, particularmente de las fracciones ligeras. No obstante, el éxito alcanzado durante la

#### 4.- Discusión:

Desde una visión retrospectiva, en la región de la cuenca del

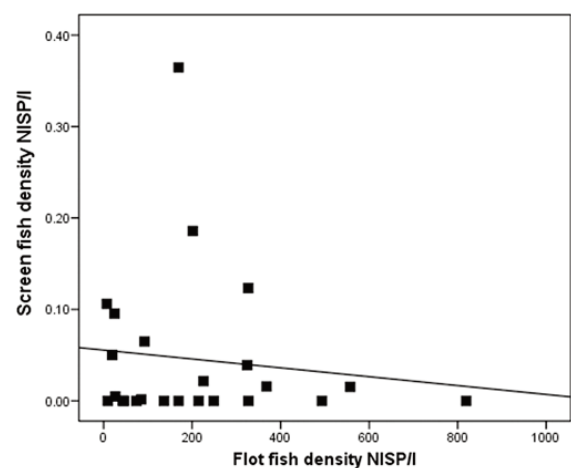
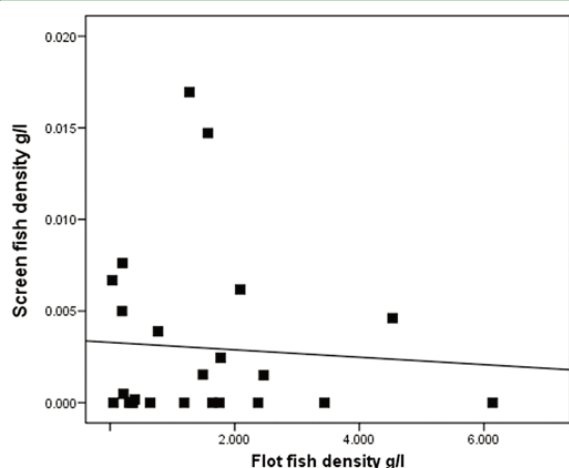
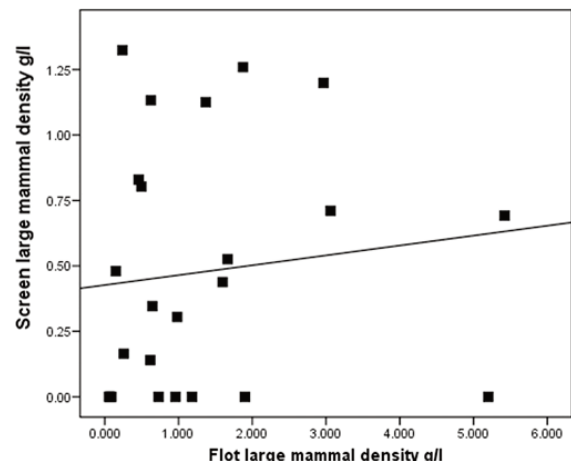
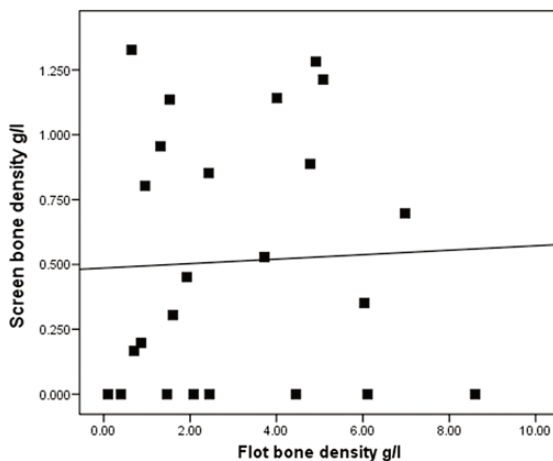


Figura 1.- Regresiones lineales simples mostrando la ausencia de correspondencia entre muestras de 1/4" zaranda y flotación. Gráficamente se observa que en todos los casos las líneas están cercanas a la horizontalidad y por tanto a la aleatoriedad. Para los valores específicos de cada regresión ver Tabla 1.



Los resultados alcanzados para el caso de la microfauna han sido, particularmente reveladores para emprender el análisis de aves y peces a partir de la recuperación de muestras con gran potencial interpretativo (Capriles 2006; Kent et al. 1999; Moore et al. 1999). Estas investigaciones entre otras han sugerido y demostrado la gran importancia de los recursos acuáticos para los iniciales habitantes sedentarios de esta región. Sin embargo, se debe destacar que solamente es posible evaluar la contribución concreta de los recursos acuáticos a la economía de estas poblaciones así como la variabilidad de su utilización a partir de técnicas finas de recuperación de material arqueológico.

El problema más importante que impide la generalizada aplicación de técnicas finas de recuperación de materiales arqueológicos y su análisis es su costo y el tiempo requerido. Esto último significa que la información única que la flotación proporciona sobre su contexto de procedencia no puede realmente estar disponible para ayudar al excavador a entender ese contexto en particular. Tanto el procesamiento inicial del sedimento como el posterior proceso de identificación y de análisis son costosos. Los costos más importantes relacionados con el procesamiento mismo de las muestras incluyen: labor,

transporte, almacenaje y acceso a agua. En regiones de América Latina, los costos de labor pueden ser sumamente bajos, pero los costos del equipo o su transporte pueden llegar a ser bastante altos. Sin embargo, se pueden obtener resultados similares con una inversión inicial de \$10-\$15 empleando procedimientos de flotación más básicos. En los casos en que el acceso a agua es un problema, están disponibles otros sistemas que emplean mucho menos agua que la que tradicionalmente requiere una máquina SMAP y otras similares (Pearsall 2000).

Un potencial problema adicional que requiere mayor investigación es que el procesamiento de las muestras de flotación también puede potencialmente dañar los especímenes arqueofaunísticos. En el caso de los peces, se puede alcanzar mayores niveles de fragmentación que incluso pueden dificultar su identificación durante el subsiguiente proceso de análisis. Por otro lado, también puede causar el dislocado y desarticulado de especímenes que difícilmente podrán ser rearticulados. Mientras más pequeños sean los peces, mayor será el sesgo producido. Estas muestras pueden compararse a otros tipos de muestras como los testigos micromorfológicos para una mejor perspectiva del contexto. Adicionalmente, la condición exacta y articulación de una

muestra especial puede estar mejor capturada por revisión manual durante la excavación de un pequeño bloque de sedimento y su posterior cuidadoso tamizado.

Más allá de estas consideraciones, la flotación es en la actualidad la técnica más útil y eficiente disponible para recuperar muestras representativas de microfauna de sitios arqueológicos de la cuenca del Lago Titicaca. Es altamente recomendable emplear este procedimiento si bien únicamente en los casos en que se garantice el procesamiento, análisis y adecuado almacenaje de los materiales recuperados. Alternativamente, se pueden tomar muestras de flotación que posteriores



investigadores puedan analizar en el futuro. Todo esto igualmente implica que cualquier tipo de inferencia o conclusión que se quiera hacer acerca de la microfauna de la región tendrá necesariamente que derivar de rigurosos estudios que tomen en cuenta este procedimiento (Capriles et al. 2007; Moore et al. 2007). Finalmente, la relevancia de estudios basados en técnicas de recuperación finas es muy grande debido a que no solamente proporcionan información acerca de la economía antigua y tafonomía de los sitios estudiados, sino que pueden aportar substancialmente al debate acerca de la influencia del cambio climático y el impacto humano a largo plazo sobre la compleja dinámica ecológica de una región tan importante como la cuenca del Lago Titicaca.

#### Agradecimientos:

A Víctor Vásquez y Teresa Rosales por su invitación a participar en la Revista de Bioarqueología Archaeobios así como por sus sugerencias editoriales. A Juan Albarracín-Jordan, Matthew Bandy, David Browman, María Bruno, Gerardo Camilo, Christine Hastorf y Fiona Marshall por su colaboración a lo largo del estudio de la microfauna de

la Península Taraco.

#### 5.- Referencias Bibliográficas:

- Baker BW, Shaffer BS, Steele DG (1997): Basic approaches in archaeological faunal analysis. En *Field Methods in Archaeology*, editado por T.R. Hester, H.J. Shafer y K.L. Feder, pp. 298-318. 7ma Edición. Mayfield Publishing Company, Mountain View.
- Browman DL (1989): Chenopod cultivation, lacustrine resources, and fuel use at Chiripa, Bolivia. *The Missouri Archaeologist* 47:137-72.
- Capriles JM (2006): A Zooarchaeological Analysis of Fish Remains from the Lake Titicaca Formative Period (ca. 1000 B.C. – A.D. 500) Site of Kala Uyuni, Bolivia. Tesis de Maestría. Department of Anthropology, Washington University, St. Louis.
- Capriles JM, Moore KM, Domic AI (2007): The changing role of fish exploitation and consumption during the Formative Period (1500 B.C. – A.D. 400) and Middle Horizon (A.D. 400-1100) in the Taraco Peninsula, Lake Titicaca, Bolivia. Ponencia presentada en la 30th Annual Conference of the Society of Ethnobiology, University of California, Berkeley.
- Erickson CL, Horn DD (1975): Domestic and subsistence implications of animal and plant domestication in the Titicaca Basin. Manuscrito inédito en posesión de los autores.
- Hastorf CA (Ed.) (1999): *Early Settlement at Chiripa Bolivia: Research of the Taraco Archaeological Project*. Contributions of the Archaeological Research Facility No. 57, University of California, Berkeley.
- Hastorf CA, Bandy M, Whitehead WT, Steadman L (2001): El Período Formativo en Chiripa, Bolivia. *Textos Antropológicos* 13(1-2):17-91.
- Kent AM, Webber T, Steadman DW (1999): Distribution, relative abundance, and prehistory of birds on the Taraco Peninsula, Bolivian altiplano. *Ornitología Neotropical* 10:151-178.
- Kolata AL (1993): *Tiwanaku: Portrait of an Andean Civilization*. Blackwell, Cambridge.

- Lyman RL (2005): Zooarchaeology. En *Handbook of Archaeological Methods*, Vol. 2, editado por H.D.G. Maschner y C. Chippindale, pp. 835-870. AltaMira Press, Lanham.
- Moore KM, Bruno M, Capriles J, Hastorf CA (2007): Integrated contextual approaches to understanding past activities using plant and animal remains from Kala Uyuni. En *Kala Uyuni: An Early Political Center in the Southern Lake Titicaca Basin*, editado por M.S. Bandy y C.A. Hastorf, pp. 113-133. Contributions of the Archaeological Research Facility No. 64, University of California, Berkeley.
- Moore KM, Steadman DW, deFrance S (1999): Herds, fish, and fowl in the domestic and Ritual economy of Formative Chiripa. En *Early Settlement at Chiripa Bolivia: Research of the Taraco Archaeological Project*, editado por C.A. Hastorf, pp. 105-116. Contributions of the Archaeological Research Facility No. 57, University of California, Berkeley.
- Pearsall DM (2000): *Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures*. 2da Edición. Academic Press, San Diego.
- Reitz EJ, Wing ES (1999): *Zooarchaeology*. University of Cambridge Press, Cambridge.
- Shaffer BS, Sánchez JLJ (1994): Comparison of 1/8"- and 1/4"- mesh recovery of controlled samples of small-to-medium-sized mammals. *American Antiquity* 59(3):525-530.
- Stahl PW (1996): The recovery and interpretation of microvertebrate bone assemblages from archaeological contexts. *Journal of Archaeological Method and Theory* 3(1):31-75.
- Watson PJ (1976): In pursuit of prehistoric subsistence: a comparative account of some contemporary flotation techniques. *Midcontinental Journal of Archaeology* 1:77-100.
- Webster AD (1993): The role of camelids in the emergence of Tiwanaku. Tesis Doctoral. Department of Anthropology, University of Chicago, Chicago.
- Webster AD, Janusek JW (2003): Tiwanaku camelids: subsistence, sacrifice, and social reproduction. En





Tiwanaku camelids: subsistence, sacrifice, and social reproduction. En *Tiwanaku and its Hinterland: Archaeological and Paleoecological Investigations of an Andean Civilization*, Vol. 2 Urban and Rural Archaeology, editado por A.L. Kolata,

pp. 343-462. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

•Wright MF, Hastorf CA, Lennstrom HA (2003): Pre-Hispanic agriculture and plant use at Tiwanaku: social and political implications. En *Tiwanaku and its Hinterland: Archaeological and*

*Paleoecological Investigations of an Andean Civilization*, Vol. 2 Urban and Rural Archaeology, editado por A.L. Kolata, pp. 384-403. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.



## Aplicación Windows para la Industria Ósea de la Zona Urbana Moche, Huaca de la Luna

Teresa Rosales<sup>1</sup>, Daniel Otiniano<sup>2</sup> y Víctor Vásquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director del Laboratorio de Arqueobiología de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Trujillo, E-mail: <teresa1905@hotmail.com>, <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-"ARQUEOBIOS", Trujillo (Peru) Apartado Postal 595, Trujillo, E-mail: <dasaogui@hotmail.com>, <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-"ARQUEOBIOS", Trujillo (Peru) Apartado Postal 595, Trujillo, E-mail: <vivasa2401@yahoo.com>

### Resumen

En base al estudio tipológico de 601 elementos óseos trabajados procedentes de los diversos conjuntos arquitectónicos de la Zona Urbana Moche, Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, se ha desarrollado un programa experimental para el estudio traceológico. Para registrar y almacenar esta base de datos se ha procedido al uso de una Aplicación Windows, demostrando funcionalidad, interactividad y dinamismo en la investigación desde la perspectiva del manejo de datos.

#### 1.- Introducción:

Con los avances de la ciencia, el campo de investigación de la Arqueología es mucho más extenso, permitiendo el uso de herramientas sistémicas que contribuyen al conocimiento de las sociedades prehispanicas con la información que se obtiene. En este contexto se ha utilizado una aplicación Windows para la Industria Ósea de la Zona Urbana Moche (ZUM) del Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, en el valle de Moche.

La Aplicación Windows se define como un programa para

computador que engloba procedimientos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica. En este caso se presenta como una herramienta dinámica y de gran utilidad desde la perspectiva del registro, procesamiento y almacenamiento de datos en forma organizada, accediendo oportunamente a un banco de imágenes que muestran el registro fotográfico detallado de todos los elementos descritos, ajustándose a los patrones de la investigación arqueológica.

Para entender el significado de industria ósea se ha tomado el concepto de Rodanés (1987):

*"Entendemos por industria ósea todo objeto resultado de una elaboración intencionada en cualquier materia dura de procedencia animal y que transforma, en mayor o menor grado, su morfología natural"*. En este contexto la industria ósea se desenvuelve en todo un proceso que empieza por la obtención de la materia prima, la fabricación, los acabados y su variada aplicación.

En estos últimos años se han realizado importantes estudios sobre industria ósea, los cuales han llevado al desarrollo de reuniones importantes para la unificación de los criterios de



estudio (Camps-Fabrer 1974, 1977, 1979). Los logros obtenidos han puesto en relieve la importancia de la industria ósea en las sociedades pasadas, de este modo los datos utilizados en la presente investigación resumen el estudio tipológico y traceológico de la industria ósea de ZUM (Rosales 2004).

Los datos han sido ingresados en la Aplicación Windows con el objetivo de manejar una base de datos, donde la información se puede llevar en una computadora portátil, un DVD o cualquier dispositivo de almacenamiento masivo de datos y utilizarla donde fuese necesario.

El proceso de desarrollo de esta investigación está descrito en un conjunto de etapas ordenadas. Al respecto es necesario mencionar que se pueden usar distintas metodologías, llegando a personalizar la aplicación como es el presente caso.

### 2.- Materiales y Métodos:

El material que se ha incluido en esta investigación comprende 601 elementos que están clasificados e integran el estudio tipológico de la industria ósea (Rosales 2004), cuyo contexto deriva de los diversos conjuntos arquitectónicos de ZUM del Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, Trujillo-Perú. La filiación cultural de esta muestra se asocia a la Sociedad Mochica, fases III y IV, 300 – 450 años d.C., (Chapdelaine 2003).

Por otro lado, también se integra a esta Aplicación Windows, una muestra de 54 elementos que pertenecen a aquellas utilizadas en la investigación experimental y posteriormente en el estudio traceológico, que se basó en la línea de Keeley (1980) y Gutiérrez (1990, 1996).

En esta dirección se ha recopilado datos involucrados con el contexto arqueológico, elementos descriptivos, análisis morfológico, análisis métrico, así como datos relacionados a las variables independientes y dependientes,

teniendo  
en

ambos casos un registro fotográfico.

Establecido estos datos se ha procedido al desarrollo de la Aplicación Windows, la cual ha sido empleada para crear un programa especializado basado en los diseños conceptuales, lógicos y físicos. De esta manera, reúne la información del contexto, describe las especificaciones funcionales, refina, organiza y detalla la solución a los procesos.

El diseño de este tipo de aplicación se ejecuta por etapas, las cuales abarcan el Diseño Conceptual, Diseño Lógico y el Di-seño Físico del software.

Hay que señalar que los estudios tipológicos y el desarrollo de la Aplicación Windows se realizaron en el Laboratorio de Arqueobiología de la Universidad Nacional de Trujillo-Perú, los estudios traceológicos se realizaron en el Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid y la Microscopía Electrónica de Barrido en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid-España.

### 3.- Resultados y Discusión:

La Aplicación

Windows elaborada para esta investigación viene empleándose como un valioso y rico historial de la industria ósea de ZUM, llegando al registro, procesamiento y almacenamiento de una base de datos teóricos y gráficos, obtenidos durante todo el

correspondientes a dichos útiles óseos.

- Seleccionar el número de huellas de uso para cada útil óseo.
- Elegir una vista específica para cada una de sus variables. Permitir una búsqueda personalizada de cada útil

– Almacenar los datos correspondientes a dichos útiles óseos.

- Seleccionar el número de huellas de uso para cada útil óseo.
- Elegir un registro gráfico para cada una de sus cualidades.
- Permitir la búsqueda personalizada siguiendo patrones definidos por el usuario.
- Imprimir la información de cada útil óseo según lo requiera el usuario.

FAMILIA	TIPO	SUBTIPO	5	7	9	12	14	17	18	21	25	26	27	30	35	37	39	Pz 3	P-F	Total		
	Punzones	Base articular			1			2						1	3			1		8		
		Base recta												1	9			1	1	12		
		Sin base		1	1	5		8		3		2	1	1	24	2	3	2		53		
Apuntados	Agujas	Recta sección plana	2			2								1	5					10		
		Recta sección circular				1		1							8	11			1	3	25	
Biapuntados	Punzón doble	Afilier												1						1		
		Sin base						1								1				2		
Romos	Espátulas	De sección plana		1	6	1		9		4		1	5	6	32	1	2	3	1	72		
		De sección cóncava-convexa		1											1	1	2		2	1	8	
Medizos	Medizos	Tubular								1				3	1	1		2	1	9		
Perforados	Escápula	Escápula perforada		1	4	1		4		8				3	2	8	3		4	38		
		Costilla																	1	1		
		1º Falange						1													1	
		Huesos largos	Hueso largo Perforado				1												1		2	
Tubos	Tubo	Largo						5								4				9		
		Corto							7	1											8	
Receptor	Escolítico	Ocular								1										1		
		Antropomorfo								2	1		1								4	
Ornamental	Rocas	Rectangular	1																1	2		
		Circular						1								1					2	
		Oval														1					1	
		Asimétrica												2		4		1			7	
		Antropomorfa															1				1	
	Colgantes	Escolítico-Antropomorfo														2					2	
		Piomorfa								1												1
		Discoides						1						1								2
		Cilíndrica Simple				1		1	1							3	1		1		8	
		Cilíndrica decorada						1														1
Cuentas	En espinado	En espinado													2						2	
		En espina de pez						2													2	
		Iconos Moche							1													1
Compuestos	Apuntado-romo												1							1		
Indeterminados		De hueso trabajado	3		1	23	8	18				7	1	23	2	4	3		91			
Métricos	Sobre huesos largos		1	1	2	33	1	61	6			6	14	65	6	7	10			213		
Total																				601		

Tabla 1: Tipología de la industria ósea y su distribución por conjuntos arquitectónicos en el Núcleo Urbano Moche, Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, Trujillo-Perú.

proceso de la investigación. Al respecto en la Tabla 1, se muestra la distribución tipológica por conjuntos arquitectónicos: En este sentido el Diseño Conceptual y Lógico se ha encargado de englobar lo siguiente:

- Seleccionar sus datos tipológicos.
- Registrar las características de cada útil óseo.
- Almacenar los datos

siguiendo patrones definidos por el usuario.

- Imprimir la información de cada útil óseo según lo requiera el usuario.

Mientras para el Diseño Físico se considera lo siguiente:

- Registrar las características de cada útil óseo.
- Seleccionar sus datos tipológicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, verificamos que la Aplicación Windows sistematiza la información para ser manejada y utilizada organizadamente, sirviendo como antecedente comparativo para otras investigaciones, siendo sus datos confiables ya que representa la realidad abstraída directamente, lo cual reduce el tiempo de consulta.

No hemos encontrado casos similares sobre una Aplicación Windows para otras muestras de industria ósea en la literatura arqueológica y especializada, sin embargo tenemos fichas para el análisis tecno-tipológico (Muñoz 1994) y fichas descriptivas generales (Jara 1989) por lo tanto no es posible comparar





estos datos. Sin embargo la presente investigación continúa en la perspectiva de optimizar la tecnología de software.

A continuación se brinda un ejemplo de la Aplicación Window a cual se articula mediante fases. En la primera fase (Figura 1) se registra:

El código del elemento a registrar: NUM-025-2004.

Los datos de contexto arqueológico del útil óseo: que comprende el conjunto arquitectónico: 35, el ambiente: 11, piso: 6B, ocupación cultural: Mochica, nombre de la persona que lo registró al momento del hallazgo: Carlos Rengifo, fecha de hallazgo: 21-06-04 y el sitio donde actualmente se encuentra almacenado: Laboratorio de Arqueobiología-UNT.

Los datos tipológicos: se registran primeramente divididos en familias: Apuntados, Biapuntados, Romos, Macizos, Perforados, Tubos, Receptor, Ornamentales, Compuestos, indeterminados y matrices. Luego divididos en tipos y

finalmente en subtipos, registrando el estado de conservación actual. Para el presente ejemplo: Familia: Apuntados, Tipo: Agujas, Sub tipo: Aguja recta plana, Conservación: buena.

La estructura física: que registra la matriz del útil óseo: fragmento de diáfisis de hueso largo, y su identificación taxonómica: Camelidae.

La estructura métrica: basado en cinco medidas: longitud máxima: 101 mm, anchura proximal: 6 mm, anchura medial: 4.5 mm, anchura distal: 2 mm, espesor medial: 3.2 mm y un rubro de otros, en este caso se registra la presencia de una

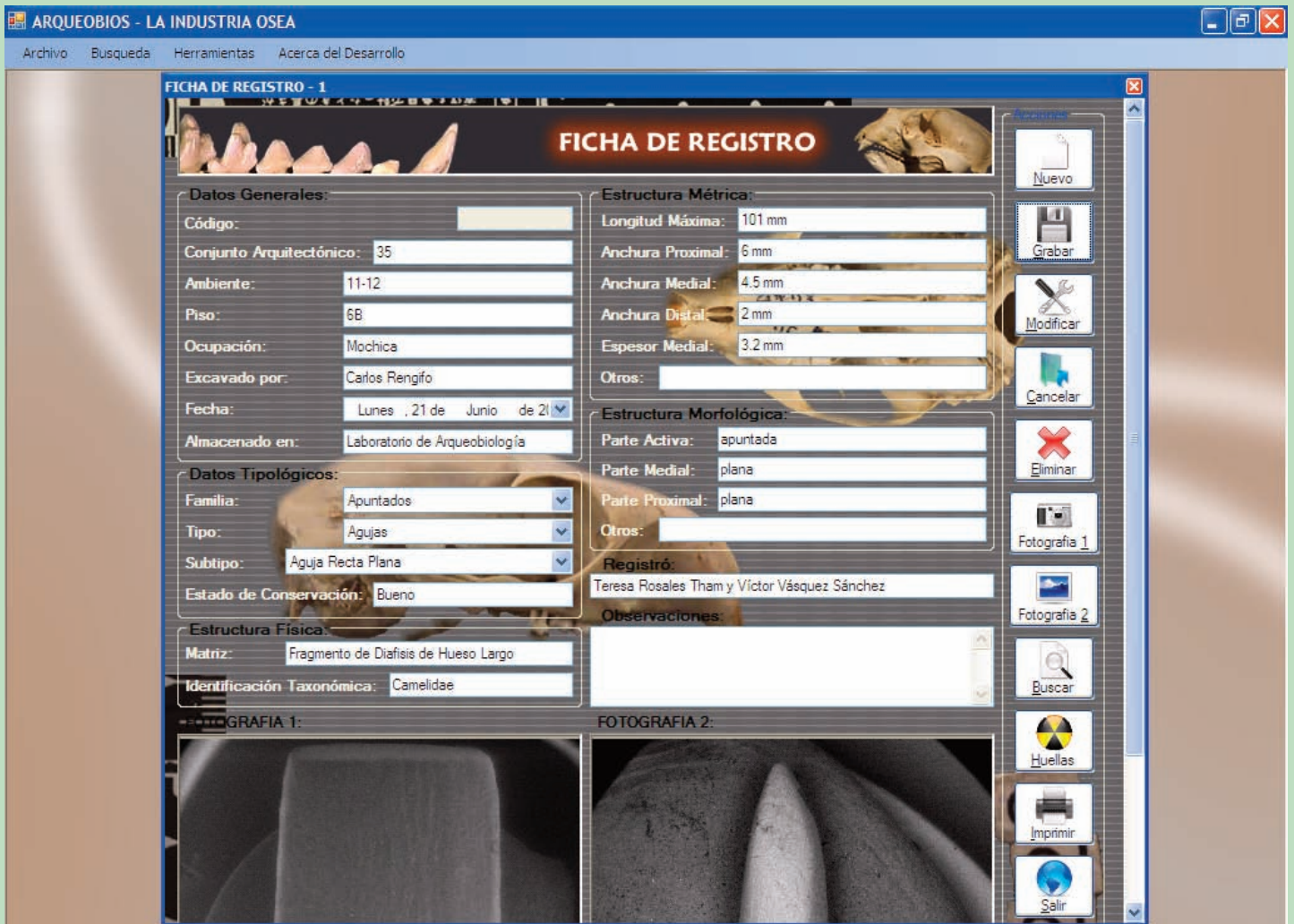


Figura 1: Ventana de Ficha de Registro para la Industria Ósea de ZUM

fractura irregular asociada a la perforación de la aguja. En el caso de las mediciones aplicadas sobre útiles completos, estas se pueden utilizar para comparar una serie de índices con el objetivo de aproximarse a discutir aspectos tecnológicos.

La estructura morfológica:

Registro fotográfico.

En las siguientes fases se registra las variables dependientes del programa experimental, éstas detallan las huellas de uso que han sido observados en un microscopio Leica Microsystems, modelo 301-371-010 (Wetzlar,

en el trabajo, esta acción deja una capa brillante sobre la superficie del hueso, ubicándose de preferencia sobre el borde activo. Esta variable presenta los siguientes atributos: desarrollo, extensión, topografía contorno, espesor, contraste, brillo, trama, textura, accidentes y rasgos lineares (Figura 2).



Figura 2: Ventana de Registro de Pulimento de la Industria Ósea de ZUM

registra la morfología del útil óseo en la parte activa: apuntada con base redondeada, parte medial: plana, y parte proximal: plana, teniendo un rubro de otros para alguna particularidad.

Nombre de quien registra.

Observaciones adicionales.

Alemania), y un Microscopio Electrónico de Barrido, modelo FEI Quanta 200 (Oxford Instruments, Inglaterra), así tenemos:

El pulimento: es el producto de la acción mecánica por la abrasión o fricción por la presión

Las estrías: son trazos lineares impresos sobre la superficie que siguen la dirección del movimiento, entre sus atributos tenemos: cantidad, dirección, tipos y longitud (Figura 3).

El embotamiento: es el redondeamiento producido en el



borde por el uso, se manifiesta como una curvatura sobre la superficie y se relaciona con la materia trabajada y el ángulo de trabajo. Sus atributos se relacionan con su situación y grado.

\_Los desconchados: son el negativo de las esquirlas del hueso desprendidas del borde durante el uso. Entre sus atributos te-nemos: cantidad, morfología, tamaño, terminación, espesor, distribución y asociación.

**4.- Conclusiones:**

Esta tecnología en información que ofrecen las Aplicaciones

Windows ha resultado muy eficiente en el estudio de La Industria Ósea de la Zona Urbana Moche, porque nos permiten llevar un registro y reutilización de datos amigablemente además de imponer una base de datos tipológicos y traceológicos adecuados a la necesidad del especialista. La tabulación de datos se puede realizar de forma fácil y rápida, convirtiéndose en una herramienta útil en el análisis objetivo entre la industria ósea de los diferentes conjuntos arquitectónicos de ZUM. Las ayudas visuales son muy útiles y aportan en conjunto a la unificación de criterios

descriptivos abriéndose una vía de investigación entre la Arqueología, Traceología y la Tecnología del Software.

**5.- Referencias Bibliográficas:**

- Anderson-Gerfaud PC (1981): Contribution méthodologique á l'analyse des micro-traces d'utilisation sur les outils préhistoriques. Thèse de 3eme Cycle. N. 1607.
- Barandarian I (1967): El Paleomesolítico del Pirineo Occidental. Bases para una sistematización tipológica del instrumental óseo paleolítico. Monografías Arqueológicas III. Universidad de Zaragoza.
- Camps-Fabrer H (1974): (Organisateur) Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire. Université de Provence. De. De Université de Provence.

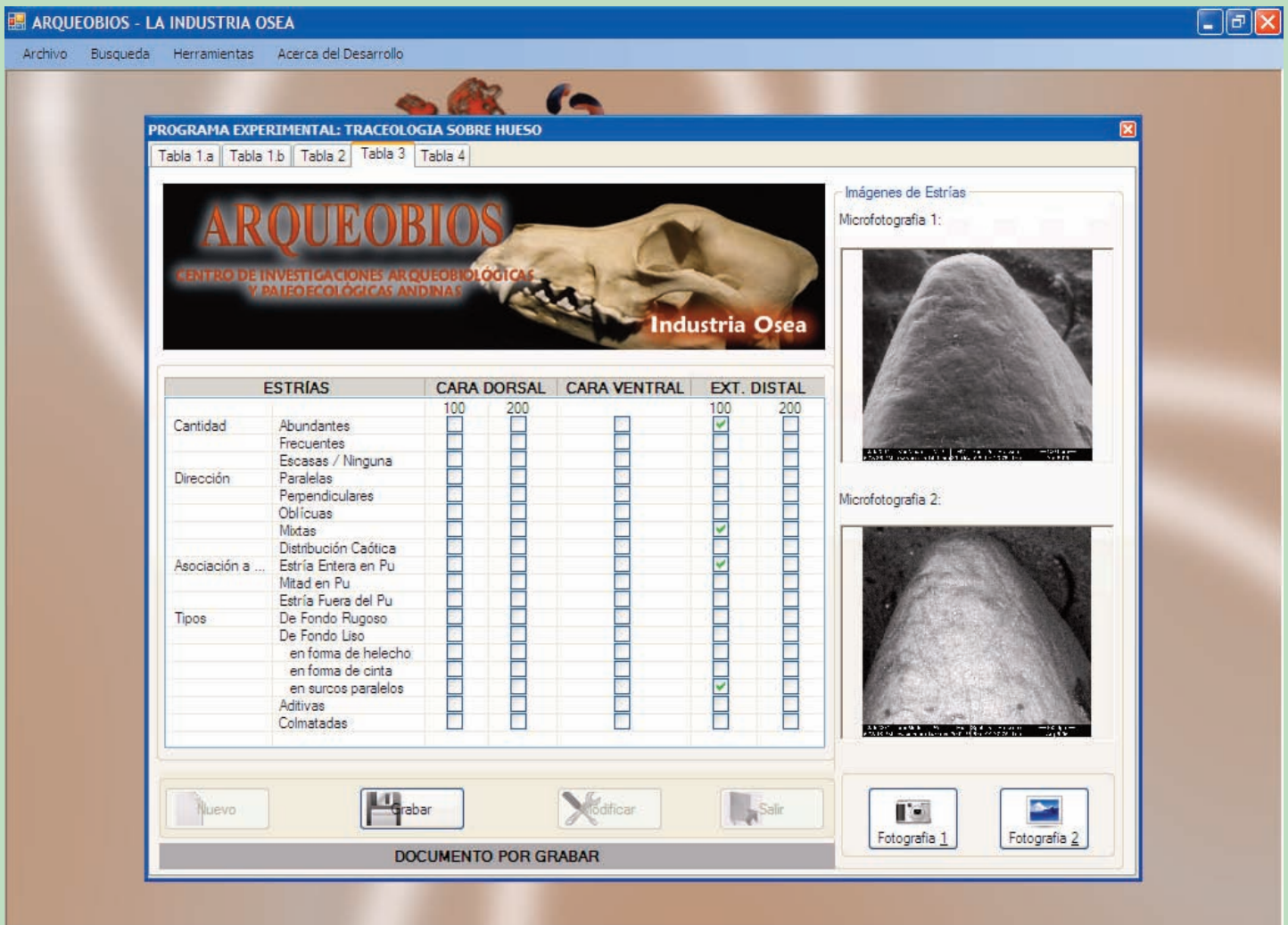
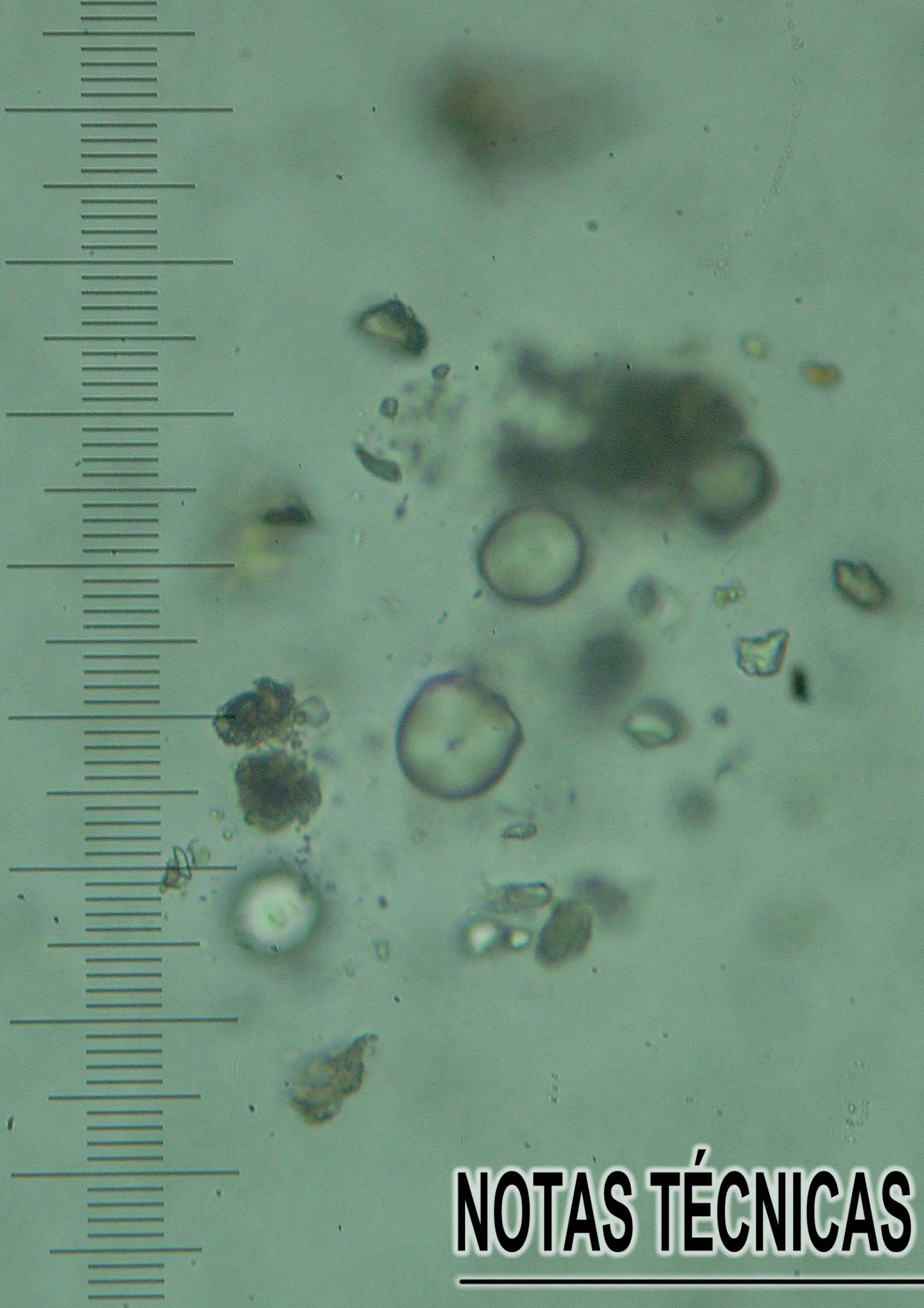


Figura 3: Ventana de Registro de Estrías de la Industria Ósea de ZUM

- Camps-Fabrer H (1977): *Méthodologie appliquée a l'industrie de l'os préhistorique. Deuxième colloque international sur l'industrie de l'os dans la prehistoire.* Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Camps-Fabrer H (1979) : (Organisateur) *L'industrie en os et bois préhistorique de cervidé durant le néolithique et l'âge des métaux.* CNRS. Paris.
- Chapdelaine C (2003): *La ciudad de Moche: urbanismo y estado. Moche hacia el final del milenio,* pp. 247-286. Universidad Católica del Perú. Universidad Nacional de Trujillo.
- Gutiérrez C (1990): *Introducción a las huellas de uso: los resultados de la experimentación.* Espacio. Tiempo y Forma, Serie I, 3, pp. 15-54.
- Gutiérrez C (1996): *Traceología, pautas de análisis experimental.* Temas de Arqueología N° 4. FORO Arqueología, Proyectos y Publicaciones, S.L. Madrid.
- Jara MD (1989): *Aproximación al estudio de la industria ósea en Murcia.* Memoria de Licenciatura (inédita), Murcia.
- Keeley LH (1980): *Experimental Determination of Stone Tool Uses: a microwear análisis.* University of Chicago Press. Chicago.
- Muñoz Ibáñez F (1994): *Ficha para el análisis tecno-tipológico de la industria ósea.* Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología, t, 7, págs. 63-73. España.
- Rodanés V (1987): *La industria ósea prehistórica en el valle del Ebro.* Diputación General de Aragón. Departamento de Cultura y Educación. Zaragoza.
- Rosales T (2004): *La industria ósea de la Zona Urbana Moche, Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, Trujillo-Perú.* Tesina. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Semenov SA (1981): *Tecnología Prehistórica.* Akal Editores. Reedición VAAP 1957.
- Vásquez V, Rosales T (1997): *Archéozoologie de la zone urbaine du site Moche. Á l'ombre du Cerro Blanco, nouvelles découvertes sur la culture Moche, côte nord du Pérou.* C.Chapdelaine, editor. Les Cahiers d'Anthropologie 1: 117-128. Département d'anthropologie. Université de Montreal.
- Vásquez V, Rosales T (1998): *Zooarqueología de la zona urbana Moche. Investigaciones en la Huaca de la Luna 1996: 173-193.* S. Uceda, E. Mujica y R. Morales, editores. Trujillo. Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de La Libertad-Trujillo.
- Vásquez V, Rosales T, Morales A, Roselló E (2003): *Zooarqueología de la zona urbana Moche, complejo Huacas del Sol y de la Luna, valle de Moche.* Pp. 33-64. Uceda y Mujica editores. Pontificia Universidad Católica del Perú. Universidad Nacional de Trujillo.







**NOTAS TÉCNICAS**

---



## Arqueología asociada a Biología Molecular

Gabriel Dorado<sup>1</sup>, Víctor Vásquez<sup>2</sup>, Isabel Rey<sup>3</sup>, José Luis Vega<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Autor para correspondencia, Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: <bb1dopeg@uco.es>; <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-"ARQUEOBIOS", Trujillo (Peru); <sup>3</sup>Colección de Tejidos y ADN, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2. 28006, Madrid, España. E-mail: <mcnrf3g@mncn.csic.es>; <sup>4</sup>Laboratorio de Genética Molecular, Servicio de Cría Caballar y Remonta, Apartado Oficial Sucursal 2, 14071 Córdoba (Spain)

No hace mucho tiempo, la arqueología era considerada como una disciplina de las ciencias sociales, un sistema aparte de la ciencia "estándar". Como ejemplo, el "Journal Archaeological Science"

<[http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/622854/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/622854/description#description)>

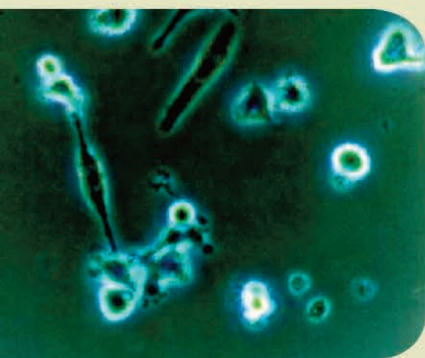
fue incluido en el primero (Edición de Ciencias Sociales), pero no en el segundo (Edición de Ciencia) del Journal Citation Reports (JCR) por la "Web del Conocimiento" del prestigioso Thomson ISI <<http://www.isiknowledge.com>> hasta la edición 2003. Como Bob Dylan dice en una de sus emblemáticas canciones "los tiempos están cambiando". De hecho, la tendencia actual es realzar y consolidar la colaboración entre investigadores que trabajan en diversas actividades humanas. Así, la interdisciplinariedad y

la transversalidad están madurando, y representan de hecho componentes preciosos en las solicitudes de proyectos de investigación actuales.

El enlace que ha hecho posible tal integración de la arqueología en el campo científico "estándar" es la biología molecular en general y la biotecnología del ADN en particular. Antes de los años 70, tal disciplina estaba considerada casi muerta, pero el desarrollo de técnicas de ingeniería genética (Jackson et al, 1972; Lobban y Kaiser, 1973; Morrow et al, 1974) representaron su renacimiento. De hecho, los progresos en dicha área han sido tan significativos, que ahora desempeña un papel dominante en las ciencias de vida y las disciplinas relacionadas, incluyendo trazabilidad, ciencia forense y arqueología.



Todo ello es posible porque todos los seres vivos (o las entidades biológicas como virus, viroides y virusoides), sus partes, derivados o restos tienen ácidos nucleicos. Por ello, pueden ser analizados por las poderosas metodologías de la biología molecular. Los progresos recientes en tal área incluyen la genómica estructural y funcional, a la cual hemos contribuido significativamente (Lario et al, 1997), proteómica (Asara et al, 2007) y bioinformática (Dorado et al, 2006a, b, 2007).



De interés particular han sido los recientes avances en secuenciación basadas en emulsiones de la reacción en cadena de la polimerasa (ePCR) y sistemas de estado sólido. Tales metodologías permiten

realizar millones de reacciones de secuenciación en un solo tubo o soporte. Esto abre la puerta para análisis masivos sin precedentes, de genomas completos y de transcriptomas completos. Como ejemplos, proyectos del genoma de ADN antiguo (ADNa) como los del oso de las cuevas del Pleistoceno (Noonan et al, 2005), mamut (Poinar et al, 2006) y del Neandertal (Green et al, 2006; Noonan et al, 2006) han sido emprendidos por primera vez en la historia.

Por otro lado, es poco probable que un análisis genómico funcional concluyente, basado en ARNm, se pueda realizar con restos arqueológicos usando la tecnología actual, puesto que el ARN es demasiado lábil. Sin embargo, la genómica estructural se pueden utilizar también para deducir las características funcionales y los fenotipos (Pennisi, 2007). Por lo tanto, un mundo nuevo y fascinante se abre para la arqueología: ¡bienvenido al mundo de la biología molecular!

**Agradecimientos:** financiado por Grupo PAI CTS-413 (Junta de Andalucía) y Proyecto AGL2006-12550-C02-01 del 'Ministerio de Educación y Ciencia' (España).

### Referencias Bibliográficas:

•Asara JM, Schweitzer MH, Freimark LM, Phillips M, Cantley LC (2007): Protein sequences from mastodon and

Tyrannosaurus rex revealed by mass spectrometry. *Science* 316: 280-285.

•Dorado G (ed) (2007): "Molecular Markers, PCR, Bioinformatics and Ancient DNA - Technology and Applications". Science Publishers (New York, NY, USA). In press.

•Dorado G, Falgueras J, Claros MG, Gálvez S, Hernández P (2006a): Bioinformatics: from command-line to GUI and multithreading. EU Science Forum (Heidelberg, Germany); <<http://www.accelrys.com/events/seminars/euscienceforum2006>>.

•Dorado G, Falgueras J, Claros MG, Gálvez S, Hernández P (2006b): Bioinformatics: from lecturing to research. Accelrys User Meeting and Conference (Baltimore, MD, USA); <[http://www.accelrys.com/user\\_meeting](http://www.accelrys.com/user_meeting)>.

Dorado G, Falgueras J, Claros MG, Gálvez S, Hernández P (2007): Bioinformatics meets research and teaching. DNASTar Newsletter 1: 1.

•Green RE, Krause J, Ptak SE, Briggs AW, Ronan MT, Simons JF, Du L, Egholm M, Rothberg JM, Paunovic M, Pääbo S (2006): Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. *Nature* 444: 275-276.

•Hernández P, Martín A, Dorado G (2000): The BLAST algorithms: practical application in molecular cloning, marker-assisted selection (MAS) and introgression of wheat. *DNA Sequence* 11: 339-347.

•Jackson DA, Symons RH, Berg P (1972): Biochemical method for inserting new genetic information into DNA of simian virus 40: circular SV40 DNA molecules containing lambda phage genes and the galactose operon of *Escherichia coli*. *Proc Natl Acad Sci USA* 69: 2904-2909.

•Lario A, González A, Dorado G (1997): Automated laser-induced fluorescence DNA sequencing: equalizing signal-to-noise ratios significantly enhances overall performance. *Analytical Biochemistry* 247: 30-33.

•Lobban PE, Kaiser AD (1973): Enzymatic end-to-end joining of DNA molecules. *J. Mol. Biol.* 78, 453-471.

Morrow JF, Cohen SN, Chang AC, Boyer HW, Goodman HM, Helling RB (1974): Replication and transcription of eukaryotic DNA in *Escherichia coli*. *Proc Natl Acad Sci USA* 71: 1743-1747.

•Noonan JP, Coop G, Kudaravalli S, Smith D, Krause J, Alessi J, Chen F, Platt D, Pääbo S, Pritchard JK, Rubin EM (2006): Sequencing and analysis of Neanderthal genomic DNA. *Science* 314: 1113-1118.

•Noonan JP, Hofreiter M, Smith D, Priest JR, Rohland N, Rabeder G, Krause J, Detter JC, Pääbo S, Rubin EM (2005): Genomic sequencing of Pleistocene cave bears. *Science* 309: 597-599.

•Pennisi E (2007): DNA sequencing. A new window on how genomes work. *Science* 316: 1120-1121.

•Poinar HN, Schwarz C, Qi J, Shapiro B, Macphee RD, Buigues B, Tikhonov A, Huson DH, Tomsho LP, Auch A, Rampp M, Miller W, Schuster SC (2006): Metagenomics to paleogenomics: large-scale sequencing of mammoth DNA. *Science* 311: 392-394.



## Técnicas microscópicas y granos de almidón antiguos

Víctor F. Vásquez Sánchez<sup>1</sup> y Teresa Rosales Tham<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-"ARQUEOBIOS", Trujillo (Peru) Apartado Postal 595, Trujillo, E-mail: vivasa2401@yahoo.com; <sup>2</sup> Director del Laboratorio de Arqueobiología de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Trujillo

El estudio de los granos de almidón antiguos que son aislados de diversos contextos arqueológicos, requiere de conocimientos relacionados a la composición bioquímica de los almidones y en especial del uso adecuado de diversas técnicas microscópicas.

Nuestra experiencia con estos restos microbotánicos data desde 1999 a partir del estudio de una colección de fragmentos de cerámica -con sedimentos orgánicos adheridos del sitio Namanchugo, que viene investigando el Dr. John Topic (Trent University) lo cual nos ha permitido en los últimos 8 años aplicar diversas técnicas microscópicas, con la cual se ha rescatado valiosa información sobre el uso y la preparación de alimentos en base a tubérculos y cereales andinos en este importante sitio inca.

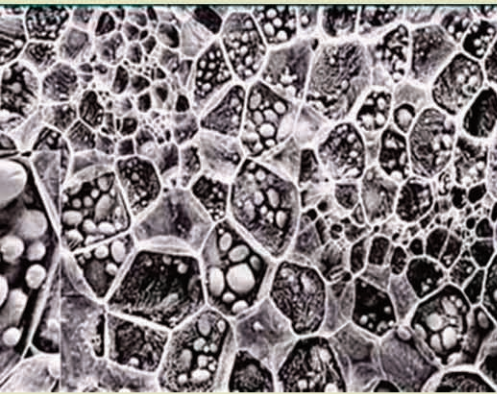
La aplicación y elección de algunas técnicas microscópicas está en relación al tipo de material que se analiza y los datos que necesitamos

extraer de ellos. Evidencias de granos de almidón antiguo han sido identificadas de tubérculos, raíces tuberosas deshidratadas y quemadas, adheridos en los intersticios de herramientas líticas, dentro de sedimentos orgánicos adheridos al interior de fragmentos de cerámica, dentro de coprolitos y también en suelos arqueológicos.

Los granos de almidón de plantas andinas como cereales y tuberosas, tienen tamaños que varían entre 100 y 10 micras. Estos según los contextos y estado en que son extraídos nos permiten evaluar el tipo de técnica microscópica a utilizar. También el grado de conservación del mismo grano de almidón, lleva a evaluar algunas técnicas de tinción y tipo de microscopio a usar.

Cuando se realiza análisis de restos adheridos al interior de fragmentos de cerámica (restos de ollas, tinajas) primero se realizan observaciones utilizando microscopio estereoscópico con magnificaciones que pueden oscilar entre 10X y





50X para ubicar los residuos que posiblemente contienen granos de almidón. Una vez aislados estos residuos, se pueden estudiar con un microscopio de luz transmitida o de

luz polarizada, con magnificaciones entre 100X y 400X.

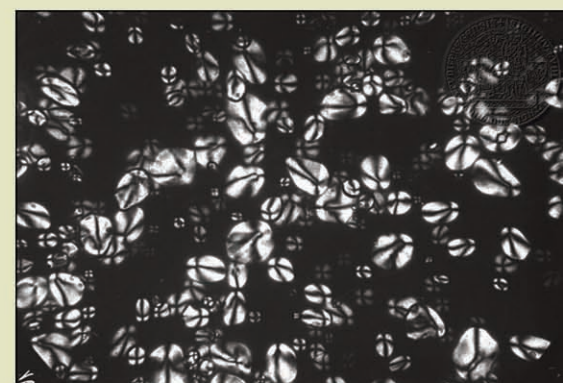
En el caso de aislar residuos adheridos a herramientas líticas que se sospecha fueron utilizados para el procesamiento de tubérculos, raíces tuberosas, cereales, es recomendable utilizar un microscopio estereoscopio con una mayor magnificación entre 50X y 100X, además de una fuente de luz fría con iluminación oblicua que permita reflejar luz al pasar a lo largo de la trayectoria, una para cada ojo y así proveer una imagen tridimensional de la muestra (Barton y Fullager 2006). Se recomienda uso de la luz fría para no alterar térmicamente a los residuos adheridos en las herramientas líticas. Nuevamente una vez aislados los residuos estos pueden ser observados con microscopía de luz transmitida, de polarización o microscopía confocal.

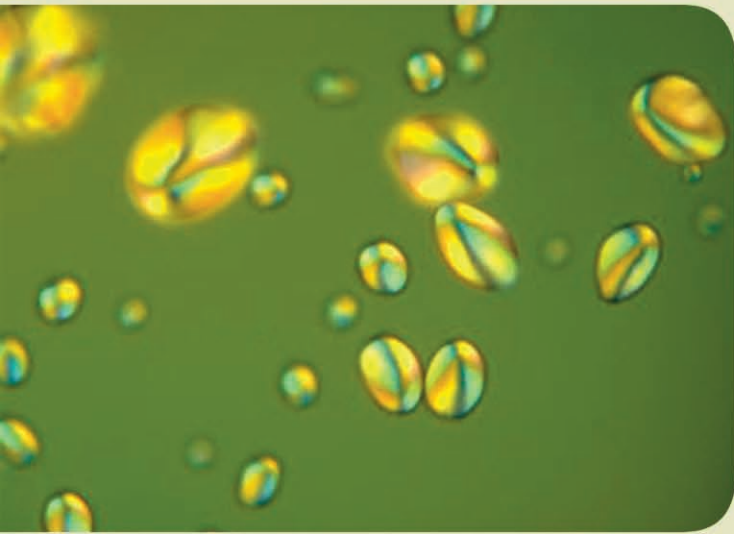
En nuestra experiencia el uso de un microscopio de luz transmitida, con un manejo adecuado del condensador y lentes, permite obtener buenos resultados para identificar granos de almidón antiguos aislados de residuos adheridos a fragmentos de cerámica, herramientas líticas y también de macrorestos disecados. Sin embargo los especialistas recomiendan asegurar que la muestra tenga una buena iluminación para mejorar la resolución y contraste de la imagen, en este caso recomiendan utilizar un microscopio que contenga iluminación Köhler. La función de iluminación Köhler es asegurar que el espécimen sea iluminado con un campo uniforme de luz y así poder estudiar las características de las lamelas y el hilum del almidón antiguo (Barton y Fullager 2006).

Otra técnica microscópica muy útil para el estudio de granos de almidón antiguos, lo constituye la microscopía de luz polarizada. Los filtros de luz polarizada son también necesarios para inducir contraste en los especímenes. Dolores Piperno en un reciente trabajo indica que la forma del grano en sus tres dimensiones, contorno, características de superficie, forma y posición del hilum (céntrico o excéntrico), número y características de facetas, presencia y características de fisuras, y también tamaño y morfología de los brazos que forman la cruz con la polarización, son los criterios a tomar en cuenta para la identificación de granos de almidón antiguos (Piperno, 2006).

Una característica de los granos de almidón bajo luz polarizada es que ellos presentan dos bandas oscuras, las cuales forman una cruz en varias orientaciones de su superficie. Este patrón es referido como una polarización cruzada. El resultado de estas formas observadas bajo luz polarizada, es que las moléculas están arregladas perpendicular a su superficie, entonces cuando la luz atraviesa un filtro de polarización en un ángulo de 90°, los granos de almidón producen una cruz oscura de polarización. Esta propiedad de los almidones para causar birrefringencia y polarización cruzada es el elevado orden de la estructura molecular de las capas de amilosa y amilopectina dentro de los gránulos. Por lo tanto el uso de este tipo de microscopía resulta importante para identificar si estamos frente a un grano de almidón, un artefacto, y luego por la posición del hilum, identificar la especie vegetal correspondiente.

En nuestra experiencia, la luz polarizada también permite observar el grado de daño que ha sufrido el grano de almidón en sus capas de amilosa y amilopectina, lo cual abre la posibilidad para interpretar si estos fueron alterados por



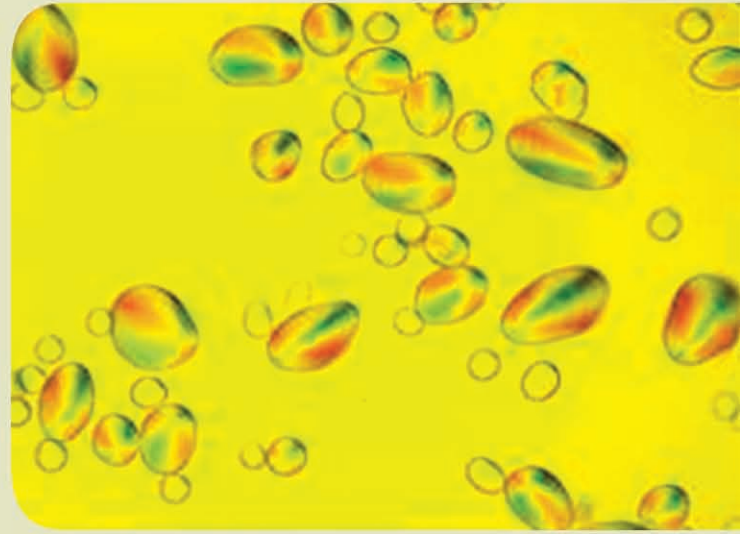


temperatura, procesos hidrolíticos o de fermentación enzimática.

Las técnicas de microscopía de luz transmitida y de polarización no implican necesariamente el uso de métodos de tinción para los granos de almidón antiguos, pero en el caso de la Microscopía Confocal, es necesario utilizar un colorante o un fluorocromo para poder observar especialmente granos de almidón dañados y localizar esferas proteicas.

El microscopio confocal, es un microscopio óptico que incorpora dos diafragmas: un diafragma de iluminación localizado tras la fuente luminosa denominado Pinhole de Excitación, cuya utilidad es eliminar la luz proveniente de planos superiores e inferiores al plano confocal, aumentando con ello la claridad y resolución de la imagen; y un diafragma de detección, de tamaño variable situado delante del fotodetector, denominado Pinhole de Emisión. Así, este tipo de microscopía nos permite alta precisión, velocidad de barrido, resolución de hasta 2048 por 2048 píxeles, amplificación, filtros, disminución del ruido y escaneos seriados para la realización del objeto en 3D.

Su utilidad para estudiar los granos de almidón antiguos, radica en identificar granos dañados por los procesos de molienda y cocción, así por ejemplo utilizando el fluorocromo 3-(4-carboxibenzoil) quinolina-2-carboxaldehído, se puede observar esferas de proteínas en granos de



almidón de *Solanum tuberosum* (papa o patata) y en *Zea mays* (maíz) (Han y Hamaker 2002). Otra técnica microscópica de alta resolución, es la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Se trata de un microscopio que utiliza electrones que son bombardeados sobre la muestra para formar una imagen de alta resolución, lo que significa que características espacialmente cercanas en la muestra, pueden ser observadas a una alta magnificación. Las muestras adecuadas para utilizar este tipo de microscopía lo constituyen fragmentos de semillas de maíz, tubérculos y raíces tuberosas disecadas y carbonizadas, y en general todo tipo de macroresto que contenga una buena cantidad de almidones. En este caso solo es necesaria una pequeña fracción de la muestra, la cual es recubierta con una capa de oro (Au), en condiciones de vacío. La muestra teñida es barrida con electrones enviados desde un cañón, y un detector mide la cantidad de electrones enviados que arroja la intensidad de la zona de muestra, siendo capaz de mostrar figuras en tres dimensiones. Además los microscopios electrónicos de barrido, llevan incorporados un detector EDAX (Analizador de Energía Dispersiva por Rayos X) que realiza microanálisis químicos de las muestras bajo MEB, descartando la presencia de artefactos, cuando se analiza muestras de sedimentos al interior de fragmentos de cerámica para identificar almidones.

Las técnicas anteriormente descritas han permitido rescatar información valiosa como es el caso de la identificación de tubérculos deshidratados en sitios



formativos del valle de Casma, donde la utilización de MEB fue muy importante para la identificación de los macrorestos a partir de sus granos de tubérculos deshidratados en sitios formativos del valle de Casma, donde la utilización de MEB fue muy importante para la identificación de los macrorestos a partir de sus granos de almidón (Ugent et al, 1982).

Recientemente y mediante el estudio de los granos de almidón antiguos, se reporta el evento de domesticación y dispersión de *Capsicum* spp. L. Los almidones antiguos fueron encontrados en siete sitios que datan de 6000 años antes del presente y tienen un rango desde las Bahamas al sur de Perú, demostrándose que el maíz y el ají se dispersaron juntos como un complejo de plantas alimenticias Neotropicales (Perry et al, 2007).

En el año 2006 hemos analizado una valiosa colección de fragmentos de cerámica del formativo temprano, medio y tardío de la costa norte. Estos fragmentos contenían sedimentos orgánicos que albergaban diversos granos de almidón de plantas cultivadas. Los resultados obtenidos utilizando tres técnicas microscópicas, están siendo evaluados y próximamente se harán las publicaciones respectivas con datos que renovaran y actualizaran el conocimiento del consumo de las plantas cultivadas por las primeras culturas con cerámica de la costa norte.

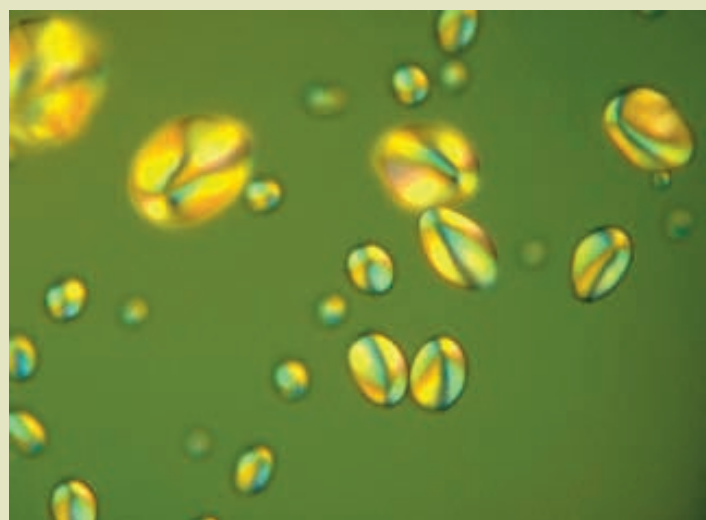
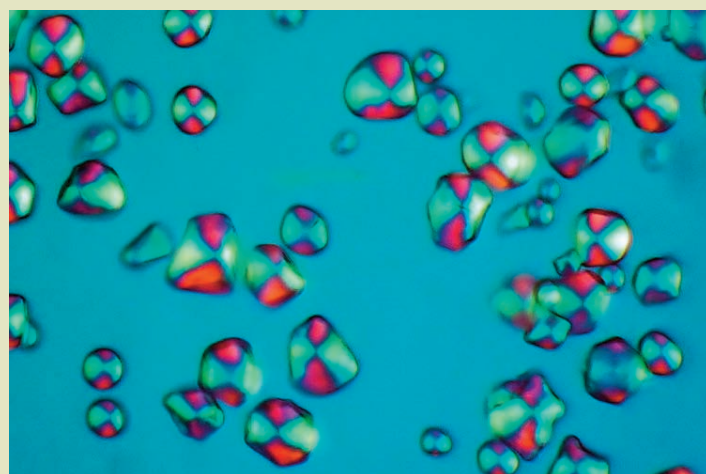
**Agradecimientos:** Esta nota queremos dedicarla íntegramente al Dr. John Topic (Trent University) por su gran interés y apoyo para los análisis de granos de almidón antiguo de una valiosa colección de fragmentos de cerámica de Namanchugo, Palco, Cerro Icchal y Chulite, de sus investigaciones durante los últimos ocho años en el Oráculo Inca de Catequil, San José de Porcón.

### Referencias Bibliográficas:

- Barton H, Fullagar R (2006): Microscopy. In: Ancient Starch Research Edited by Robin Torrence and Huw Barton, Chapter 3, Pp. 47-52.
- Han XZ, Hamaker BR (2002): Location of Starch Granule-associated Proteins Revealed by Confocal Laser Scanning Microscopy. *Journal of Cereal Science* 35:109–116.
- 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.

- Ugent D, Pozoroski S, Pozorski T (1982): Archaeological potato tuber remains from the Casma Valley of Peru. *Economic Botany* 36. 182-192 pp.
- Perry L, Dickau R, Zarrillo S, Holst I, Pearsall D, Piperno D, Berman MJ, Cooke R, Rademaker K, Ranere AJ, Raymond JS, Sandweiss D, Scaramelli F, Tarble K, Zeidler JA (2007): Starch Fossils and the Domestication and Dispersal of Chili Peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* 315:986-988.





## Utilización del ADN antiguo en estudios bioarqueológicos

Isabel Rey Fraile<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colección de Tejidos y ADN. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2. 28006, Madrid, España. E-mail: mcnrf3g@mncn.csic.es

Fuente: Revista NATURE|Vol 442|20 July 2006

Existen diferentes definiciones para lo que se denomina “ADN antiguo” (aDNA, abreviado del inglés, “ancient DNA”) hay quien entiende como tal: “ácido desoxirribonucleico que ha sido copiado y secuenciado a partir de especímenes de poblaciones o especies extintas”. En la web encontramos otra definición ([http://en.wikipedia.org/wiki/Ancient\\_DNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Ancient_DNA)): “es ADN recuperado de muestras biológicas que no han sido específicamente conservadas para posteriores análisis de ADN. Los ejemplos incluyen el análisis de ADN recuperado de material esquelético arqueológico o histórico, tejidos momificados, especímenes de colección no congelados, especímenes médicos, muestras de herbarios y restos congelados en hielo y ‘permafrost’”.

De común acuerdo, todas las revisiones sobre el tema establecen que el primer artículo con amplia difusión sobre ADN antiguo fue publicado en *Nature* por Higuchi y colaboradores en noviembre

de 1984. La especie con que se trabajó fue la *quagga*, un équido sudafricano extinto a finales del siglo XIX (Higuchi et al, 1984), y el ADN se obtuvo de una muestra de músculo seco de un espécimen del Museo de Historia Natural de Mainz (Alemania). Este nuevo uso de la biología molecular mostró rápidamente su utilidad en el campo de la arqueología, y al año siguiente Svante Pääbo publicó sendos artículos sobre momias egipcias (Pääbo 1985a, 1985b), todo un reto en un momento en que la amplificación de secuencias de ADN sólo era posible por clonación, puesto que el descubrimiento de la técnica conocida como reacción en cadena de la polimerasa (“Polymerase Chain Reaction”, abreviada como PCR) no tubo lugar hasta 1987 (Mullis y Faloona 1987; Saiki et al, 1988).

El uso de ADN en estudios de bioarqueología se vio impulsado gracias a la utilización de la PCR, que aún necesitó unos años para ser considerada rentable y de uso popular. En la actualidad dicha





técnica ha evolucionado, tanto a nivel de instrumentación como de reactivos, hacia una eficacia impensable hace 20 años.

Pero, a pesar de ello, no son muchos los trabajos de investigación de este tipo publicados, debido a las dificultades ocasionadas por la conservación, siempre casual, del ADN contenido en las muestras utilizadas: huesos, semillas u otros restos orgánicos, tanto vegetales como animales, arqueológicos o históricos, ejemplares de museo, biopsias y fósiles. Las principales dificultades a las que nos enfrentamos al trabajar con este tipo de ADN son: la fragmentación de las moléculas de los ácidos nucleicos, por su exposición a agentes físicos y químicos (humedad, temperatura, radiaciones luminosas, entre otras), y la

contaminación producida por ADN exógeno o por sustancias inhibitoras de la PCR.

Por otro lado, durante estos años se han encontrado multitud de marcadores moleculares en los

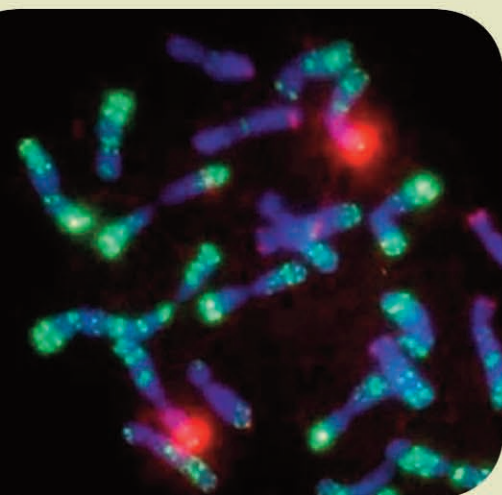
distintos genomas celulares, mitocondrial, nuclear o cloroplástico, que se han ido incorporando en multitud de disciplinas científicas y que proporcionan diferentes respuestas por su grado variable de velocidad evolutiva. Los primeros marcadores moleculares utilizados se localizaban siempre sobre el genoma mitocondrial (cytb, d-loop, 16S), pero poco a poco se fueron incorporando nuevos marcadores, como minisatélites y microsatélites (STR), localizados casi exclusivamente sobre el genoma nuclear. Todos ellos han resultado útiles no sólo para estudios filogenéticos o de identificación taxonómica, sino también para resolver cuestiones relacionadas con la conservación de la diversidad genómica, realizar estudios de genética de poblaciones, determinación de paternidades, poblaciones y sexo, estima de rutas de migración,

composición de las dietas e incidencia y origen de enfermedades, entre otras.

Poco a poco todos estos marcadores citados se han ido incorporando a los estudios de aDNA. Los marcadores de ADN mitocondrial, como tRNA-Glu y citocromo b (Austin y Arnold, 2001), obtenidos de un espécimen de colección de 200 años de antigüedad, han permitido identificar las distintas especies de tortugas gigantes de las islas del Norte de Madagascar (se extinguieron en el siglo XVIII, entre 1725 y 1795) y desvelar su historia de especiación. Otro marcador del genoma mitocondrial, como el D-loop o región control, ha posibilitado establecer las relaciones de parentesco filogenético entre *Bos primigenius* y *Bos taurus*, en base a muestras datadas entre 500 y 10000 años.

Marcadores localizados sobre el genoma cloroplástico, como por ejemplo fragmentos localizados entre los genes Trn (Petit et al, 2002, Deguilloux et al, 2003), han sido utilizados en muestras de madera de roble procedentes de yacimientos arqueológicos y datadas desde el neolítico hasta el siglo XVII, para explicar la estructura génica de esta especie con tanta importancia en la actividad humana a lo largo de un gran periodo de tiempo. Este tipo de estudio representa un significativo interés, en primer lugar para la genética de la conservación y en segundo lugar porque constituye un mecanismo eficaz para la identificación de maderas a nivel de especie, que suele ser complicada cuando utilizamos sólo caracteres morfológicos.

Los microsatélites son marcadores moleculares idóneos debido a dos de sus características principales: su elevada tasa de polimorfismo y la posibilidad de poder trabajar con reducidas cantidades de ADN, por lo que resultan muy interesantes en estudios con aDNA, son muy útiles para medir el flujo génico entre poblaciones o detectar hibridación, cuellos de botella, determinar paternidades o asignar individuos a una población de origen (González, 2003). Un ejemplo de este uso lo podemos encontrar en Edwards et al, (2003), quienes han utilizado muestras óseas de ganado bovino de la época de los vikingos para



comparar con las razas actuales; las conclusiones son interesantes, puesto que se obtuvieron resultados en 11 muestras arqueológicas para 2 o 3 microsatélites. También se ha ensayado la amplificación de microsatélites procedentes de huevos de resistencia de invertebrados (Limburg et al, 2002), concretamente de crustáceos del género *Daphnia*, extraídos de sedimentos lacustres con dataciones que oscilan desde 159-195 años, los más modernos, hasta 4400 años de antigüedad y en los cuales la conservación de las cubiertas protectoras fue decisiva a la hora de conseguir amplificaciones positivas.

El genoma localizado en los cloroplastos de las plantas también presenta microsatélites. Parducci et al, (2005), por ejemplo, analizaron con ellos polen de pino, extraído de sedimentos de lagos conservados en condiciones anaeróbicas y datados desde 100 a 10000 años. En dicho trabajo se obtuvieron amplificaciones positivas con diferente porcentaje de éxito para distintos periodos de tiempo.

Para determinar el sexo de aves y mamíferos se usan genes localizados sobre los cromosomas sexuales. En mamíferos el más habitual se denomina gen de la amelogenina y ha sido utilizado en numerosos estudios: Faerman et al, (1997) y Mays y Faerman (2001), por ejemplo, han intentado comprobar la proporción de machos y hembras en enterramientos arqueológicos, para esclarecer la posible existencia de infanticidios.

Por último, son numerosos los fragmentos de ADN que se han localizado y que están siendo utilizados para identificar patógenos que afectan a los seres humanos. Estos mismos marcadores han podido también ser amplificados en tejido seco y hueso de momias pertenecientes a diferentes épocas. Por ejemplo, con la extracción y amplificación de ADN de *Trypanosoma cruzi*, procedente de muestras de hasta 4000 años de antigüedad (Guhl et al, 1999), se ha podido demostrar que las epidemias de Chagas ya afectaban a los antiguos pobladores peruanos.

Por lo tanto, el gran número de marcadores moleculares descubiertos y la mejora de las

técnicas del trabajo con ADN, extracción, purificación y amplificación, asumiendo todas sus limitaciones y riesgos (Cooper y Poinar, 2000), ha permitido trabajar con cantidades de ADN pequeñas y fragmentadas, características intrínsecas del aDNA, tal como se puede apreciar en la figura 1. Además, dicha figura permite observar cómo se han ido agregando publicaciones a lo largo de las últimas dos décadas, y destaca además que es en la actualidad cuando se está alcanzando un número más elevado; podemos asumir por lo tanto que su uso se ha popularizando y consolidado como técnica de estudio. Esta característica, unida al aumento del número de bases nucleotídicas secuenciadas (Green et al, 2006), así como el incremento de rigor y veracidad, mejoran la calidad de los resultados y abren el camino al estudio de la arqueogenómica.

Se hace patente que la información que facilita el ADN antiguo interesa a cientos de investigadores. Muchos de ellos, por ejemplo, han participado en 8 Conferencias Internacionales sobre el tema (la última celebrada en octubre del 2006 en Lodz, Polonia: <http://csk.umed.lodz.pl/~dmb/DNA8/doc/?plik=about>) y han publicado numerosas revisiones sobre aDNA desde finales de los 80 (Pääbo, 1987). Interesa destacar la revisión realizada por Brown y Brown (1994), donde se puede encontrar una amplia disertación sobre los usos de este ADN en arqueología, además de presentar una interesante tabla que refleja los tipos de muestras orgánicas utilizadas para obtener ADN y su máxima datación; o la efectuada por Cipollaro et al, (2005), útil para obtener una idea general de las numerosas disciplinas en que puede ser utilizado. Son decenas las paginas web dedicadas exclusivamente a aDNA, pero desde el punto de vista de las revisiones bibliográficas, son muy interesantes dos portales: el primero, localizado en el Banco de Datos de ADN de Japón (<http://www.ddbj.nig.ac.jp/aDNA/index.html>), almacena una base de datos sobre el tema, lamentablemente actualizada sólo hasta el año 2004; y el segundo es una página personal de Jan Kiesslich, quien junto con Odile Loreille presenta una revisión de hasta 1425 referencias, tanto de aDNA como de técnicas y teorías básicas de



biología molecular (<http://www.comic.sbg.ac.at/staff/jan/ancient/titel.htm>), aunque de igual forma sólo actualizado hasta 1999. Para concluir y que el lector interesado pueda hacerse una idea más completa, en el apéndice se incluye, a modo de ejemplo, una muestra seleccionada de artículos publicados que utilizan aDNA en diferentes disciplinas (bioarqueología, antropología física, zoología) y que han producido resultados que, por su temática o por su localización temporal, pueden ser un referente en

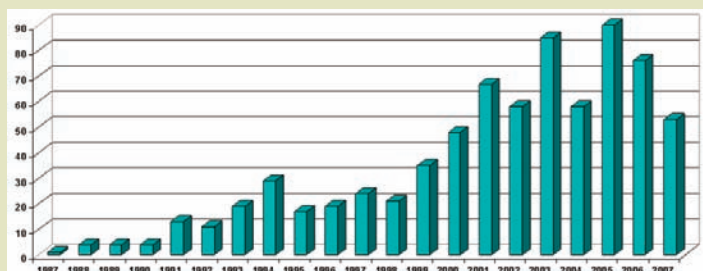


Figura 1: En la gráfica se han representado un total de 736 artículos publicados sobre aDNA por años. En ellos se incluye cualquier tipo de trabajo con aDNA, conteniendo técnicas, métodos, revisiones, notas o replicas. Esta información forma parte de una base de datos obtenida, entre otras de las siguientes fuentes: "Ancient Genome Encyclopedia DNA Data Bank of Japón" (DDBJ) <<http://www.ddbj.nig.ac.jp/aDNA/index.html>>; "Zoological Record" y "PubMed" <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>>.

nuevos estudios bioarqueológicos; en la misma no se han incluido trabajos sobre técnicas o métodos como tampoco estudios exclusivamente paleontológicos.

### Referencias Bibliográficas:

- Austin JJ, Arnold EN (2001): Ancient mitochondrial DNA and morphology elucidate an extinct island radiation of Indian Ocean giant tortoises (*Cylindraspis*). *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B* 268(1485): 2515-2523.
- Brown TA, Brown KA (1994): Ancient DNA: using molecular biology to explore the past. *Bioessays* 16(10): 719-726
- Cipollaro M, Galderisi U, Di Bernardo G (2005) Ancient DNA as a Multidisciplinary Experience. *Journal of Cellular Physiology* 202: 315-322.
- Cooper A, Poinar HN (2000): Ancient DNA: Do It Right or Not at All. *Science* 289 (5482), 1139b.
- Faerman M, Kahila G, Smith P, Greenblatt C, Stager L, Filon D, Oppenheim A. 1997. DNA analysis reveals the sex of infanticide victims. *Nature* 385(6613): 212-213.
- Deguillou MF, Pemonge MH, Bertel L, Kremer A, Petit RJ (2003): Checking the geographic origin of oak wood: molecular and statistical tools. *Molecular Ecology* 12: 1629-1636.

- Edwards CJ, Connellan J, Wallace PF, Park SDE, McCormick FM, Olsaker I, Eythórsdóttir E, MacHugh DE, Bailey JF, Bradley DG (2003): Feasibility and utility of microsatellite markers in archaeological cattle remains from a Viking Age settlement in Dublin. *Animal Genetics* 34(6): 410-416.
- Faerman M, Kahila G, Smith P, Greenblatt C, Stager L, Filon D, Oppenheim A (1997): DNA analysis reveals the sex of infanticide victims. *Nature* 385(6613): 212-213.
- González EG (2003): Microsatélites: sus aplicaciones en la Conservación de la biodiversidad. *Graellsia* 59(2-3): 377-388.
- Green RE, Krause J, Ptak SE, Briggs AW, Ronan MT, Simons JF, Du L, Egholm M, Rothberg JM, Paunovic M, Pääbo S (2006): Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. *Nature* 444: 330-336.
- Guhl F, Jaramillo C, Vallejo GA, Yockteng R, Cardenas-Arroyo F, Fornaciari G, Arriaza B, Aufderheide AC (1999): Isolation of *Trypanosoma cruzi* DNA in 4,000-Year-Old Mummified Human Tissue From Northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology* 108: 401-407.
- Higuchi R, Bowman B, Freiberger M, Ryder OA, Wilson, AC (1984): DNA sequence from the quagga, an extinct member of horse family. *Nature* 312: 282-284.
- Limburg PA, Weider LJ. 2002 'Ancient' DNA in the resting egg bank of a microcrustacean can serve as a palaeolimnological database. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B* 269(1488): 281-287.
- Mays S, Faerman M (2001): Sex Identification in Some Putative Infanticide Victims from Roman Britain Using Ancient DNA. *Journal of Archaeological Science* 32: 703-713.
- Mullis KB, Faloona FA (1987): Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods in Enzymology* 155: 335-350.
- Pääbo S (1985a): Molecular cloning of Ancient Egyptian mummy DNA. *Nature* 314: 644-645.
- Pääbo S (1985b): Preservation of DNA in ancient Egyptian mummies. *Journal of Archaeological Science* 12: 411-417.
- Pääbo S (1987): Molecular genetic methods in archaeology - a prospect. *Anthropologischer Anzeiger* 45: 9-17.
- Parducci L, Suyama Y, Lascoux M, Bennett KD (2005): Ancient DNA from pollen: a genetic record of population history in Scots pine. *Molecular Ecology* 14: 2873-2882.
- Petit RJ, Brewer S, Bordács S, Burg K, Cheddadi R, Coart E, Cottrell J, Csaikl UM, van Dam B, Deans JD, Espinel S, Fineschi S, Finkeldey R, Glaz I, Goicoechea PG, Jensen JS, König AO, Lowe AJ, Madsen SF, Mátyás G, Munro RC, Popescu F, Slade D, Tabbener H, de Vries SGM, Ziegenhagen B, de Beaulieu J-L, Kremer A (2002): Identification of refugia and postglacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. *Forest Ecology and Management* 156: 49-74.
- Saiki RK, Gelfand DH, Stoffel S, Scharf SJ, Higuchi R, Horn GT, Mullis KB, Erlich HA (1988): Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science* 239(4839): 487-491.



# FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA

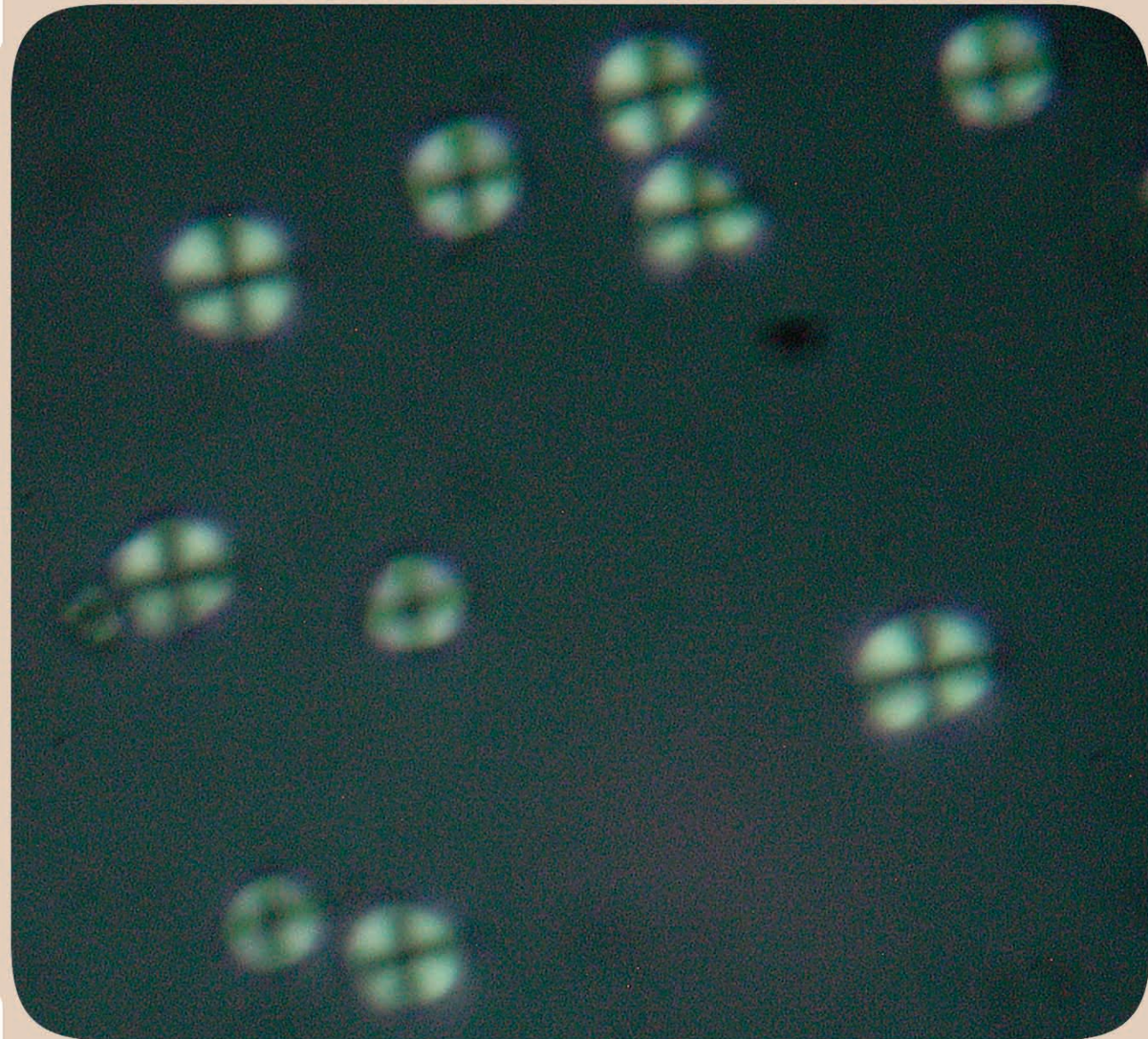
## Granos de almidón de maíz Gallinazo observados con SEM y microscopia de Polarización

En el año 1992, arqueólogos del Proyecto de Rescate Arqueológico CHAVIMOCHIC, excavaron contextos domésticos de la época Gallinazo en las inmediaciones del Castillo de Tomaval. Estas excavaciones permitieron recuperar valiosas evidencias de restos de maíz (*Zea mays*), entre las que destacaron el hallazgo de dos mazorcas completas dentro de una vasija grande que corresponde a esta época.



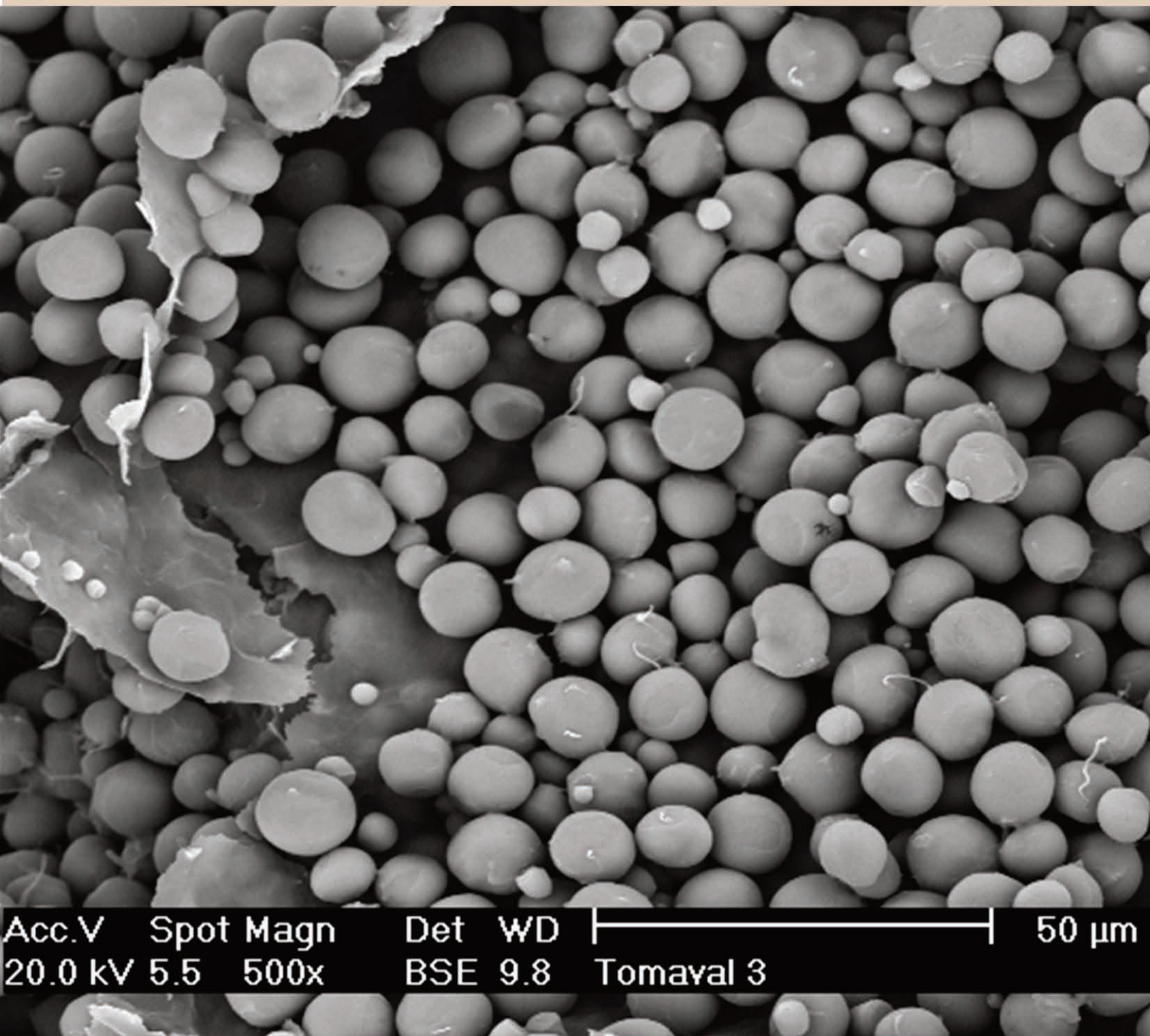
**Figura 1:** Podemos observar una mazorca completa de maíz Gallinazo, que tiene 5 cm de largo, 3 cm de ancho y 16 hileras irregulares de granos. Los granos son puntiagudos, con endospermo harinoso, pericarpio de color púrpura oscuro, con 9 mm de largo por 6 mm de ancho. En el año 2006 se realizaron observaciones microscópicas de sus granos de almidón.





**Figura 2:** Podemos observar los granos de almidón de este cultivo bajo microscopía de luz polarizada, donde se observa la posición central del hilum, formada por la imagen en cruz que forma la luz polarizada al atravesar la estructura molecular del grano de almidón.



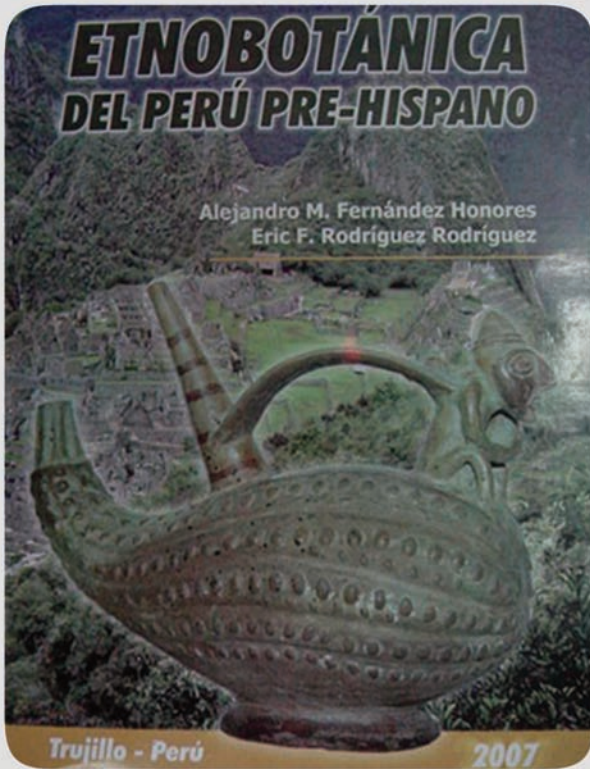


**Figura 3:** Observamos los mismos granos de almidón del maíz Gallinazo, todos son de forma esférica, con un promedio de 14.3 micras de largo por 13 micras de ancho, típicas de razas de endospermo harinoso que posteriormente serían las progenitoras de las razas de maíz de la época Mochica.



# LIBROS PUBLICADOS Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

A continuación presentamos algunos libros, revistas y páginas web que son de interés para aquellos investigadores de la Bioarqueología. Los libros son obras muy recomendables para aquellos que tienen interés particular en cada tema.



## La Etnobotánica del Perú Pre-Hispano

Este libro es el primero en su género que es publicado por botánicos de la Universidad Nacional de Trujillo. Aborda de una manera sistemática la descripción de metodologías utilizadas en la investigación arqueobotánica y hace una descripción botánica y paleoetnobotánica de todas las plantas nativas del Perú Pre-Hispano.

**Autor (s):** Alejandro Fernández y Eric Rodríguez

**Nº Páginas:** 253 páginas

**Editorial:** Ediciones Herbarium Truxillensis (HUT9, Universidad Nacional de Trujillo, Perú)

**Idioma:** Español

## REBIOL

Revista de Biología publicada semestralmente por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. La revista es una publicación arbitrada y esta dedicada a la publicación de artículos científicos originales e inéditos en las áreas de Biodiversidad, Biotecnología, Manejo Ambiental, en idioma español e inglés. La revista es publicada simultáneamente en la página web de la Universidad Nacional de Trujillo.

**Editor:** Julio Chico Ruiz

**Volumen:** 25

**Número:** 1-2

**Editorial:** Multicopias

**Idioma:** Español



## Ancient Starch Research

Este libro describe las investigaciones relacionadas a granos de almidón antiguos, los principios fundamentales, dirigiendo a los investigadores con innovadoras metodologías, revisando los resultados de estudios de caso significativos, y señalando la manera correcta para futuras investigaciones.

**Editor:** Robin Torrence and Huw Barton

**Nº Páginas:** 256 páginas

**Editorial:** Left Coast Press (30 de diciembre, 2005)

**Idioma:** Inglés



## Phytoliths

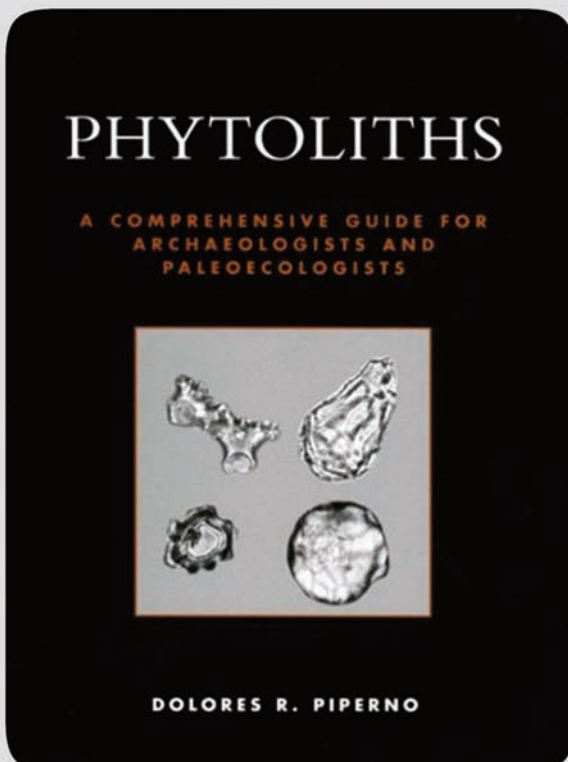
Este libro constituye una guía introductoria para el análisis de fitolitos presentes en las plantas. Se hace una revisión de protocolos de extracción y aislamiento de los fitolitos de una matriz de suelo arqueológico, se muestran microfotografía de diversas formas de fitolitos y su identidad en relación a las plantas a las que pertenecen. Al visitar el sitio web de esta publicación puede obtener algunos capítulos como muestra.

**Autor:** Dolores Piperno

**Nº Páginas:** 304 páginas

**Editorial:** AltaMira Press (28 de enero, 2006)

**Idioma:** Inglés



## Páginas Web de Interés:

<http://pantodon.science.helsinki.fi/morphobrowser/index.php>

<http://www.digimorph.org/index.phtml>



La revista "ARCHAEOBIOS" tiene como metas realizar dos publicaciones anuales, 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 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 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.- 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 resaltan metodología y tecnologías que se aplican en las investigaciones bioarqueológicas, o comentarios técnicos sobre algún tema relevante en bioarqueología.



### 3.- 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.- Bibliografía:

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 evaluado.







# ARCHAEOBIOS

