

Revista de Bioarqueología "ARCHAEOBIOS" N° 19, Vol. 1

Año 2024 ISSN - 1996 - 5214

# ARCHAEOBIOS



[www.arqueobios.org](http://www.arqueobios.org)



# REVISTA DE BIOARQUEOLOGÍA “ARCHAEOBIOS” N° 19 Vol. 2, Año 2024

## DIRECTOR:

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

## COMITÉ EDITORIAL:

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

Gabriel Dorado Pérez (Universidad de Córdoba, España)

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

Eduardo Corona Martínez (INAH, México)

Carlos Rengifo Chunga (Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú)

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Víctor F. Vásquez Sánchez (ARQUEOBIOS)

## CARATULA:

**Idea original:** Víctor F. Vásquez Sánchez

**Diseño electrónico:** Milagros Vásquez Castañeda (Universidad Nacional de Trujillo)

## INFORMACIÓN ADICIONAL:

Revista de Ciencias Aplicadas, Publicación Anual

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

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

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

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

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2007-07279

Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas

“ARQUEOBIOS

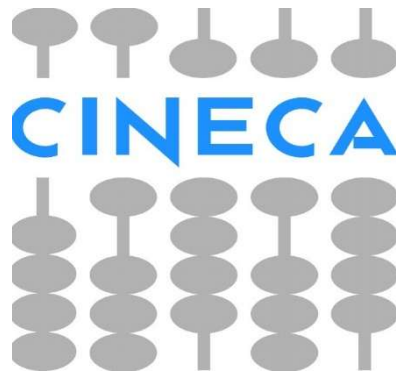
Apartado Postal 595, Trujillo, Perú

Teléfono: +51-44-949838067

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

**CARÁTULA:** Corrales prehispánicos de camélidos, construidos con piedras y ubicados en el valle medio de Chao, provincia de Virú.

LA REVISTA "ARCHAEOBIOS ESTA INDEXADA EN:



CiteFactor  
Academic Scientific Journals



Dialnet



## CONTENIDO

### Páginas

#### INTRODUCCIÓN

1

#### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Identificación de restos vegetales como evidencia de forrajes  
en coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna  
*Víctor F. Vásquez Sánchez, Teresa E. Rosales Tham, y Rubí  
Enriques Segovia*

4

Uso de la flora maderable mediante análisis antracológico de  
muestras procedentes del sitio precerámico Cruz Verde-valle  
de Chicama  
*Teresa E. Rosales Tham, Kazuho Shoji, Víctor F. Vásquez*

22

El árbol de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la curación y la  
brujería de la costa norte del Perú  
*David Lorente Fernández*

45

#### ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Relevance of mobile genetic elements (MGE) on biology and  
evolution: from first hominids to modern humans – Review  
*Gabriel Dorado, Fernando Luque, Francisco José Esteban,  
Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Francisco Javier S.  
Sánchez-Cañete, Patricia Raya, Teresa E. Rosales, Víctor F.  
Vásquez, Pilar Hernández*

70

Relevancia de los elementos genéticos móviles (EGM) en  
biología y evolución: desde los primeros homínidos hasta los  
humanos modernos – Revisión  
*Gabriel Dorado, Fernando Luque, Francisco José Esteban,  
Plácido Pascual, Inmaculada Jiménez, Francisco Javier S.  
Sánchez-Cañete, Patricia Raya, Teresa E. Rosales, Víctor F.  
Vásquez, Pilar Hernández*

85



## **NOTICIAS BIOARQUEOLÓGICAS**

El “cacao” más antiguo del mundo: El caso de Montegrande,  
provincia de Jaén, Cajamarca 100

*Víctor F. Vásquez Sánchez y Teresa E. Rosales Tham*

## **FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA**

*Manihot esculenta* “yuca”, un cultivo infravalorado en la  
prehistoria peruana 103

*Víctor F. Vásquez Sánchez y Teresa E. Rosales Tham*

**LIBROS PUBLICADOS Y POLÍTICA EDITORIAL** 105



## Introducción

Cuando se lleva 19 años publicando una revista de línea bioarqueológica (multidisciplinaria) y ha tenido acogida en el público, es porque el trabajo está bien realizado. El éxito de este trabajo es producto de la investigación constante que nuestro equipo realiza a lo largo de estos 19 años, las relaciones con especialistas en bioarqueología extranjeros y las bases de datos donde se encuentra indexada la revista, que permite una mayor difusión. Nuestro equipo editorial ha contribuido con su trabajo, ha permitido utilizar equipos de sus laboratorios en Madrid, España, han contribuido con su tiempo para comprometerse en investigaciones del medio andino y más importante aún han publicado en libros y revistas de impacto internacional, siguiendo el camino correcto de todo profesional que se dedica a investigar con seriedad, veracidad y que su contribución ha permitido crear nuevos conocimientos para la correcta interpretación de la historia.

Actualmente resulta difícil publicar, incluso en revistas donde no hay demasiados filtros de revisión, primero porque no leen, por lo tanto, no investigan. Hay redes de corrupción que actualmente se dedican a cobrar para ser incluidos en potenciales publicaciones para poder justificar su existencia académica en una determinada institución. Esta situación ha creado una especie de corriente entre muchos profesionales nacionales, que exigen a sus instituciones dinero para poder publicar, cuando esta modalidad es fraudulenta. También hay mucho intrusismo científico (voceros de noticias científicas falsas), y proliferación de noticias espectaculares amparándose en evidencias que no pueden validarse. En arqueología local y nacional hay muchos ejemplos, uno de los cuales estamos aclarando en el capítulo de *Noticias Bioarqueológicas*, que inauguramos en este número.

El número 19 de la revista ARCHAEOBIOS, tiene tres artículos de investigación, un artículo de revisión, un artículo en la nueva sección de *Noticias en Bioarqueología*, y la Fotogalería en Bioarqueología. El primer artículo de investigación trata sobre un estudio microscópico de coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna. En los años 70' había una corriente que no aceptaba la crianza costera de camélidos en tiempos prehispánicos. Estudios de zooarqueología a partir de las investigaciones en Huaca de la Luna por Santiago Uceda, y posteriormente excavaciones en otros sitios mochica y chimú, ha permitido comprobar a nivel osteométrico, perfiles etarios, estudios isotópicos y ahora con análisis microscópicos de las fecas (coprolitos) de estos camélidos, que no solamente habitaban los ecosistemas costeros, sino también que consumían una diversidad de forrajes locales, que forman los diversos biotopos de los ecosistemas costeros, como vegetación de orilla de playa, vegetación ribereña, vegetación del desierto y plantas cultivadas costeras, que han sido confirmadas con los valores isotópicos de muestras del mismo sitio.

Otro artículo interesante es el estudio de muestras de carbón del sitio precerámico Cruz Verde, situado cerca a la orilla de playa en el valle de Chicama, y a 3 km al norte del sitio emblemático Huaca Prieta. Los carbones estudiados, básicamente con microscopía electrónica de barrido, permite una alta resolución de las estructuras anatómica vasculares que caracteriza a las distintas especies maderables que fueron utilizadas en la combustión. Los resultados indicaron que la vegetación utilizada como combustible es de origen local y hasta la actualidad conforman el paisaje florístico de los alrededores del sitio.

A partir de una investigación etnográfica realizada por David Lorente (México), se presenta un estudio sobre el “algarrobo” *Prosopis pallida*, vinculando a este árbol con la vida y fertilidad, e incluso con elementos de “brujería” que se practica por gente local donde se realizó el estudio. La conclusión del estudio indica que es árbol tienen una dualidad donde lo identifican como una deidad y una entidad maligna, exponiendo a este árbol en la actual cosmología y ontología lambayecana.

En la sección de artículos de revisión, tenemos la contribución del equipo de investigación del Dr. Gabriel Dorado. Muchos aspectos de la evolución humana hasta la actualidad están direccionados por una serie de elementos genéticos que han permitido dirigir la evolución humana, por un lado, causando patologías mortales, sin embargo, para suerte de la humanidad, muchos de estos elementos son beneficiosos. Estos elementos han sido generadores de los grupos placentarios y el mejoramiento del sistema inmunitario. Los elementos transponibles, también conocidos como transposones, sin embargo, en su desregulación están implicadas el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas, pero también son elementos que están siendo utilizados para construir poderosas herramientas de ingeniería genómica, que en el futuro debe permitir tratar y vencer a enfermedades como el cáncer.

En este número inauguramos una nueva sección *Noticias Bioarqueológicas*, con una nota aclaratoria sobre una noticia que ha venido circulando en diarios digitales y redes sociales, sobre el origen del cacao (*Theobroma cacao*). En intrusismo científico ha sido practicado siempre, y muchos casos han sido puestos al descubierto, como el caso más emblemático de la Paleontología Humana, como es el caso del *Niño de Piltdown*, donde se quiso unir religión y ciencia. En nuestro caso local, el responsable del proyecto Montegrande, ha utilizado un artículo publicado a principios de este año en *Scientific Report*, donde se presentan resultados de los análisis de residuos de fragmentos de cerámica, de diversos sitios de Colombia, Ecuador y el sitio Montegrande. Tal como el autor reporta en la tabla 1 del artículo, que se puede conseguir por descarga gratuita, las siete muestras del sitio Montegrande, dieron resultados negativos, es decir nunca tuvieron residuos de cacao.



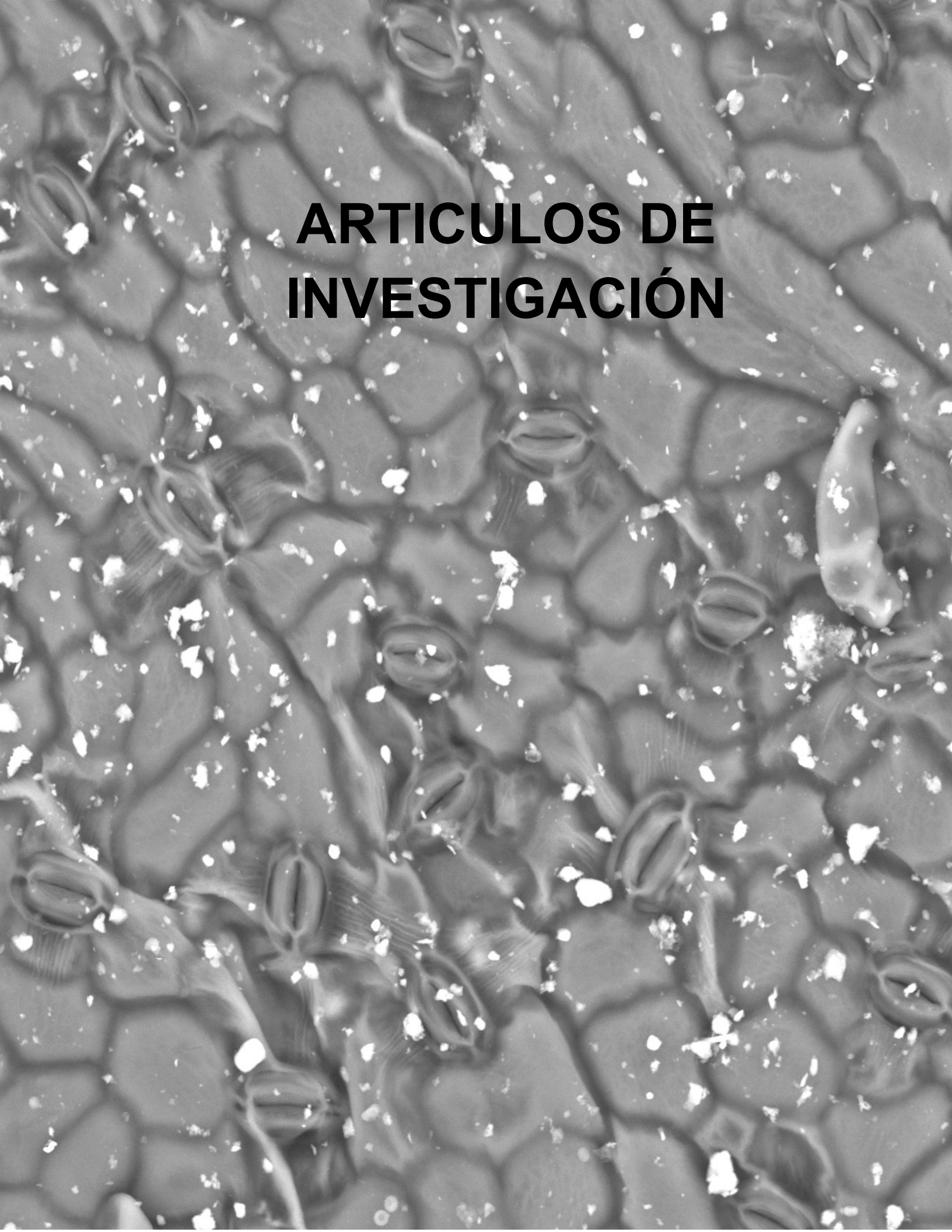
Lo más noticioso y sintomático es que el responsable del proyecto Montegrande y con gran irresponsabilidad ha utilizado sus resultados negativos para revertir la historia e indicar que el cacao más antiguo del mundo tenía como origen el sitio Montegrande. Esto se denomina fraude e intrusismo científico, y posiblemente como todos los fraudes científicos, tiene algún o algunos intereses subalternos. Para mayores detalles leer la noticia en este número, nuestro interés en aclarar este tema es exclusivamente científico y de responsabilidad, hubiera sido muy bueno que el Perú sea catalogado como origen del cacao, pero ni siquiera encabezamos las exportaciones de cacao, que para el caso la tienen Costa de Marfil y Ghana.

En la siguiente sección publicamos microfotografías con microscopio de luz simple y microscopía electrónica de barrido, de granos de almidón de *Manihot esculenta* “yuca” de dos sitios arqueológicos en la costa norte y se señala que este cultivo está siendo infravalorado en la prehistoria peruana, lo que debe ser evaluado y realizar más análisis microscópicos sobre diversas evidencias de diversos sitio y épocas.

Finalmente tenemos información para adquirir un nuevo libro y las normas editoriales para aquellos profesionales que quieren publicar sus investigaciones que serán bienvenidas si cumplen con los requisitos.

Las relaciones entre seres humanos siempre han tenido conflictos, sin embargo, si empleamos la lógica, un individuo que practica valores como la veracidad, honestidad, formalidad y respeto, nunca puede tener problemas con nadie, porque simplemente la otra parte del conflicto es la que tiene estos problemas, porque convive con la mentira y los otros valores mencionados.

La Dirección

The background of the page is a grayscale micrograph showing a dense field of cells. Many cells are elongated and have a distinct, darker, oval-shaped nucleus. Scattered throughout the field are numerous small, bright white specks, which could be debris, specific cellular components, or artifacts from the imaging process. The overall texture is granular and complex.

# **ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN**

## Identificación de restos vegetales como evidencia de forrajes en coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna

Víctor F. Vásquez Sánchez, Teresa E. Rosales Tham, Rubí Enríques Segovia

<sup>1</sup>Arqueólogo, Docente de la Escuela Profesional de Arqueología, Universidad Nacional de Trujillo,

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas, "ARQUEOBIOS", Apartado Postal 595, Trujillo, <sup>3</sup> Universidad Nacional de Trujillo

### Resumen

El análisis microscópico de 15 muestras de coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna, indican la identificación de "maíz" *Zea mays* (almidones, fitolitos y tejido foliar), *Prosopis* sp. "algarrobo" (almidones, tejidos de hoja y vaina), *Cyperaceae* (tejido parénquimático del tallo), fitolitos y tejido foliar epidermico de gramíneas de las tribu *Panicoideae*, *Pooideae* y *Bambusoideae* (fitolitos), que indican una diversidad de consumo de pastos y por lo tanto de ambientes de pastoreo de los camélidos de este sitio, lo cual confirma el consumo de pastos costeros que están validados con estudios isotópicos

**Palabras clave:** coprolitos, camélidos, forrajes, Huaca de la Luna, pastos costeros

### Abstract

Microscopic analysis of 15 samples of camelid coprolites from Huaca de la Luna, indicate the identification of "maize" *Zea mays* (starches, phytoliths and leaf tissue), *Prosopis* sp. "carob" (starches, leaf and sheath tissues), *Cyperaceae* (stem parenchyma tissue), phytoliths and epidermal leaf tissue of grasses of the tribe *Panicoideae*, *Pooideae* and *Bambusoideae* (phytoliths), which indicate a diversity of pasture consumption and therefore of grazing environments of the camelids of this site, which confirms the consumption of coastal grasses that are validated with isotopic studies.

**Key words:** coprolites, camelids, forages, Huaca de la Luna, coastal pastures, coastal grasslands



## Introducción

Los coprolitos son fecas deshidratadas o mineralizadas que contienen inclusiones, tanto de origen orgánico como inorgánico, y constituyen evidencias valiosas porque brindan información sobre la composición de la dieta de un determinado mamífero, aportando información para la reconstrucción ambiental del sitio donde se hallaron las muestras.

El estómago de los camélidos sudamericanos difiere de los rumiantes avanzados, porque tienen tres compartimentos distintos. Un primer compartimento (A) dividido en sacos craneal y caudal, el cual está conectado a un segundo compartimento más pequeño (B), y un surco ventricular que termina en el paso tubular hacia el tercer compartimento (C). En las llamas adultas, el contenido de A y B representa el 15% del peso corporal y el de C entre el 1 y el 2% (Engelhardt y Rubsamen, 1979). Esta anatomía del aparato digestivo permite a los camélidos tener otro tipo de digestión y aprovechamiento del agua.

Los análisis de material fecal moderno de camélidos en busca de componentes microhistológicos de los materiales vegetales, permitieron descubrir que el consumo de pasto era mayor durante los meses más secos y que el consumo de especies similares a los pastos estaba inversamente relacionado con el pasto en la dieta. Las hierbas en la dieta aumentaron a principios de la estación húmeda (primavera y verano). Las alpacas comieron más material de hojas a medida que avanzaba la estación lluviosa (Bryant y Farfan 1984).

Aunque no hay estudios de la composición del material fecal moderno de camélidos criados en la costa, estudios realizados en sitios de altitud por Tapia y Lascano (1970) mostraron que las alpacas consumían principalmente pastos altos en la estación húmeda y pastos cortos en la estación seca. Las especies preferidas eran *Festuca dolichophylla*, *Distichia muscoides*, *Trifolium amabile* y *Bromus unioides*, la primera y última gramíneas. Huisa (1985), trabajando con alpacas en un rango altitudinal de *Festuca-Stipa*, encontró que la selección de pastos altos aumentó y el uso de pastos cortos disminuyó a medida que la estación avanzó de seca a húmeda.

Los camélidos domésticos son herbívoros altamente adaptables, así en lugares donde había pasto disponible, éste constituía la mayor parte de la dieta de las alpacas, pero en un sitio con poca disponibilidad de pasto y abundantes juncos, la dieta estaba dominada por juncos (*Cyperaceae*).

Esta adaptabilidad tanto ecológica y dietética, permitió a los camélidos adaptarse a ecosistemas prehispánicos y prosperar, primero en grupos de rebaños pequeños (Szpak 2014) y luego grandes rebaños como se ha demostrado con estudios de perfiles etarios (Vásquez y Rosales 2003) e isótopos (Vásquez et al, 2020), siendo este apogeo de rebaños de camélidos que permitió dejar acumulaciones importantes de estos coprolitos que guardan los testimonios de la ecología prehispánica de la costa norte.

## Antecedentes

Los estudios de coprolitos en arqueología se iniciaron en la costa peruana, con aquellos realizados por Callen y Cameron (1960) con coprolitos humanos rescatados en el sitio precerámico de Huaca Prieta, donde los resultados arrojaron diversos recursos animales y vegetales consumidos, y también se lograron aislar huevos y quistes de parásitos que infectaron a estas poblaciones costeras (Bird 1985). Posteriormente este tipo de análisis fueron descritos detalladamente por Reinhard y Bryant (1992).

Dentro de las evidencias microbotánicas que se registran en los coprolitos, se encuentran granos de polen, fitolitos y diatomeas son tres de los tipos de microfósiles de origen vegetal que más se preservan en los coprolitos (Faegri e Iversen 1989). Sin embargo, también se encuentran fragmentos de tejidos de raíz, tallo, hoja, frutos y semillas. Estas evidencias son los mejores indicadores de la dieta e incluso de estacionalidad.

Los primeros estudios sobre análisis de coprolitos de camélidos publicados para el área andina, destaca un estudio realizado con una muestra que proviene de las excavaciones arqueológicas del sitio Camarones, Chile. Los estudios microscópicos identificaron 12 especies de Monocotiledoneas, de las cuales destacan la “grama salada” *Distichlis spicata* y un “junco” *Scirpus americanus*, lo cual permitió determinar la dieta de estos herbívoros (Belmonte et al, 1988).

En la siguiente década se realizaron análisis de coprolitos de *Lama glama* “llama”, con muestras del yacimiento precerámico Los Gavilanes en la costa norcentral del Perú. Duccio Bonavía, que excavo el sitio, comparo los coprolitos arqueológicos con muestras modernas de coprolitos de *Lama glama*, y llegó a la conclusión que los especímenes arqueológicos correspondían a esta especie de camélido. Las muestras fueron sometidas para un análisis palinológico, y el espectro de polen obtenido mostraba la presencia de por lo menos 23 taxones diferentes, la mayoría de los cuales, han sido identificados a nivel de familia, siendo dos casos donde se ha reconocido el género y en un caso el género y la especie. Los resultados polínicos se compararon con las otras evidencias botánicas existentes del mismo yacimiento, llegándose a la conclusión que hay concordancia y coherencia en los datos. Se concluyó además que la alimentación de estos camélidos tuvo como componente fundamental el “maíz” *Zea mays* (Jones y Bonavía 1992).

A partir del siglo XXI se realizaron nuevos estudios palinológicos, paleoparasitológicos y paleobotánicos de coprolitos hallados en sitios arqueológicos del Parque Nacional Perito Moreno (Santa Cruz, Argentina) que aportaron información sobre dieta, paleoambiente y salud. Estos estudios permitieron una mejor reconstrucción de la historia de vida de los cazadores recolectores que habitaron la Patagonia durante el Holoceno. El estudio utilizó evidencia palinológica y comparación con espectros polínicos de heces modernas colectadas durante verano, otoño, invierno y primavera de 2010.

Los tipos dominantes de polen fueron *Nothofagus*, *Empetrum rubrum*, *Asteraceae* subfam. *Asteroideae*, *Nassauvia*, *Caryophyllaceae* y *Poaceae*, quistes de *Eimeria macusaniensis*; y restos vegetales de *Poaceae*, *Festuca pallescens*, *Stipa speciosa*, *Armeria maritima*, *Gaultheria mucronata*. Estos resultados y los obtenidos a partir de los valores de concentración de polen y la presencia de tipos de polen indicadores de estacionalidad, permitieron la determinación de coprolitos de verano, otoño e invierno. Se concluyó que el sitio probablemente fue un refugio de camélidos durante las estaciones desfavorables. (Velázquez et al, 2010).

La información arqueológica de las excavaciones en la costa norte especialmente, permitieron revelar abundantes evidencias de coprolitos en diferentes sitios nor-costeros, en la década de los 80, no había un consenso claro ni un conjunto confiable de datos publicados en la literatura andina que indique si las llamas fueron criadas y pastoreadas en la prehistórica costa norte del Perú o si fueron importadas periódicamente desde las tierras altas. Cuatro líneas de evidencia, como la etnográfica, arqueozoológica, fisiológica y etnohistórica, permitieron argumentar que las llamas e incluso las alpacas, fueron criadas y mantenidas con éxito en la costa norte desde el Horizonte Medio temprano y quizás desde el Horizonte Temprano (Bonavía 1996).

Shimada y Shimada (1985) mencionan de abundantes muestras de coprolitos de camélidos, y señalan que los camélidos domésticos fueron criados en ecosistemas domésticos. En 1979, M. Shimada excavó pozos de prueba de dos metros cuadrados en el sitio cerro Sapamé, valle de La Leche-Lambayeque (Shimada 1981), donde se extrajeron restos de camélidos inmaduros y adultos, y había capas gruesas de coprolitos de camélido. Una capa de 50 cm de espesor contenía cantidades de coprolitos de camélidos mezclado con semillas de algarrobo (*Prosopis chilensis*). La presencia de este material sugiere que puede haber sido limpiado de las áreas de corrales, asumiendo que los animales se alimentaban de algarrobo.

También se ha documentado que los ciervos costeros dependían en gran medida de las vainas del algarrobo y Rostworowski (1981) indica que estas vainas también proporcionaban un forraje principal para las llamas costeras. Sin embargo, en aquellas fechas no se realizaron estudios microscópicos para identificar los forrajes consumidos por los camélidos en sitios prehispánicos de la costa norte, donde hay un potencial de muestras que en el futuro permitirán conocer más aspectos de la dieta y de las zonas de pastoreo de estos herbívoros sudamericanos.

## **Materiales y Métodos**

### *Material arqueológico*

El material de coprolitos de los camélidos primero fue identificado por sus características anatómica y el color característico de los especímenes arqueológicos, además de comparar con otros coprolitos arqueológicos previamente identificados como de *Lama glama* "llama". Se escogieron cuatro muestras, siendo tres muestras que proceden de contextos de Huaca de la Luna, como CA37, Capa B Ambiente 7;



Plataforma I, Ofrenda 3 asociado a hueso y fibra de camélido; Plaza I, Terraza 1, Ofrenda 3, pozo 19, y otro de Sipán, con la finalidad de comparar el consumo de pastos, siendo que ambos sitios difieren en su ubicación geográfica y ecológica.

#### *Procesamiento de las muestras*

Cada coprolito seleccionado (en total cuatro), fue seccionado en tres partes con una hoja de bisturí nueva. Se extrajo una muestra de cada tercio, descartando la superficie del coprolito y tomando atención en el interior del cual se extrajo una porción de aproximadamente 0.25 gramos. El mismo procedimiento se realizó para las otras tres muestras. Cada porción seleccionada fue impuesta en un tubo Eppendorf de 1.5 ml, a la cual fue añadido un volumen de agua destilada hasta completar 1 ml, y una gota de glicerol. Todos los tubos fueron etiquetados con su número y procedencia, y sometidos a infusión por 8 días, con agitación mecánica con un Agitador Vórtex VM-10, todos los días y posterior agitación manual suave para uniformizar y diafanizar los tejidos vegetales presentes en los tubos.

#### *Identificación taxonómica de microbotánicos*

Concluido el tiempo de infusión para macerar y diafanizar los tejidos vegetales, se procedió con la observación en un microscopio binocular con luz simple y polarizada, y con una escala en micras para medir las evidencias microbotánicas.

De cada tubo, previa agitación, se extrajo con una pipeta Pasteur una alícuota (3 gotas) a una lámina portaobjetos, la muestra líquida fue cubierta con una laminilla cubreobjetos y observada en el microscopio a 100X y 400X, para identificar almidones y tejidos diversos. No se realizó ningún tipo de cuantificación de microbotánicos, con objetivos estadísticos. La identificación taxonómica fue el objetivo principal de este análisis, centrándose esta en aquellas evidencias con mejor conservación y diafanización, con la finalidad de obtener una mejor resolución de la identificación taxonómica.

Se realizó medidas en micras a almidones, fitolitos y otras estructuras diagnósticas de los microbotánicos aislados. Para la identificación taxonómica se utilizaron láminas montadas con colecciones modernas de tejidos de hojas, tallos y raíz de las dicotiledóneas y monocotiledóneas cultivadas y silvestres nativas, en especial de aquellas de la costa norte. También se empleó bibliografía especializada como Metcalfe (1950, 1960), Piperno (2006), Alonso (2011) y Mostacero et al, (2009).

Una vez identificados los tejidos, almidones y fitolitos, se registraron con una cámara fotográfica SONY de 24 megapixel, posteriormente las imágenes capturadas, medidas y anotaciones realizadas, fueron procesadas en una computadora, para analizar y verificar las identificaciones de los microbotánicos.

Toda la información procesada, imágenes, características y medidas, fue interpretada en función de su taxonomía y posición ecológica para su posterior discusión.

## Resultados

Los resultados obtenidos de los análisis microscópicos de 15 muestras de coprolitos de camélidos indican la identificación de “maíz” *Zea mays* (almidones, fitolitos y tejido foliar), *Prosopis* sp. “algarrobo” (almidones, tejidos de hoja y vaina), *Cyperaceae* (tejido parénquimático del tallo), *Panicoideae* (fitolitos y tejido foliar epidérmico), *Pooideae* (fitolitos y tejido foliar epidérmico), *Bambusoideae* (fitolitos) y Dicotiledoneae (tejido foliar epidérmico)

Tabla 1.- Identificación taxonómica de los restos microbotánicos aislados de los coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna

| N° Muestra | Procedencia                                                   | Taxón identificado  | Parte anatómica                                                                                    | Medidas (micras) |           | Observaciones                    | Microfotos |
|------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----------------------------------|------------|
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | Largo            | por Ancho |                                  |            |
| 1-1A       | CA37 Cuadro F15 Capa B Amb. 7                                 | <i>Zea mays</i>     | Almidones                                                                                          | 18.2 x 15.6      |           | almidones poliédricos            | 1281-1282  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 20.8 x 18.2      |           | almidones poliédricos            | 1283-1284  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 20.8 x 18.2      |           | almidones poliédricos            | 1286-1287  |
|            |                                                               | <i>Prosopis</i> sp. | Almidones                                                                                          | 13 x 13          |           | almidones poliédricos            | 1276-1277  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 15.6 x 13        |           | almidones poliédricos            | 1278-1280  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 15.6 x 13        |           | almidones poliédricos            | 1288-1289  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 18.2 x 18.2      |           | almidones poliédricos            | 1290       |
| 2-1B       | CA37 Cuadro F15 Capa B Amb. 7                                 | <i>Prosopis</i> sp. | Pelos con tallos uniseriados y cabezuelas elipsoidales, multicelulares de tamaño variable          | 104 x 18.2       |           | pelos glandulares de hojas       | 1285       |
|            |                                                               |                     | Tricoma rugoso                                                                                     | 143 x 18.2       |           | superficie rugosa                | 1293       |
|            |                                                               | <i>Prosopis</i> sp. | Fragmento de tejido foliar, cara adaxial, con estoma paracítico, típico del género <i>Prosopis</i> | 15.6 x 10.4      |           | medidas estoma paracítico        | 1297       |
|            |                                                               | <i>Cyperaceae</i>   | Fragmento de tejido parénquimático, tipo aerenquima                                                |                  |           | Aerénquima de tallo              | 1294       |
|            |                                                               | <i>Zea mays</i>     | Almidones                                                                                          | 20.8 x 18.2      |           | almidones poliédricos            | 1295-1296  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 20.8 x 20.8      |           | almidones poliédricos            | 1298-1299  |
| 3-1C       | CA37 Cuadro F15 Capa B Amb. 7                                 | <i>Cyperaceae</i>   | Fragmento de tejido parénquimático, tipo aerenquima                                                |                  |           | Aerénquima de tallo              | 1300       |
|            |                                                               | <i>Prosopis</i> sp. | Tricomas unicelulares                                                                              |                  |           | Tricomas a 100X                  | 1301       |
|            |                                                               | <i>Zea mays</i>     | Almidones                                                                                          | 18.2 x 15.6      |           | almidones poliédricos            | 1302-1303  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 20.8 x 20.8      |           | almidones poliédricos            | 1304-1305  |
| 4-2A       | Plataforma I, Ofrenda 3, Asociado a hueso y fibra de camélido | <i>Pooideae</i>     | Fitolito recortado                                                                                 | 20.8 x 18.2      |           | bordes ondulados                 | 1306       |
|            |                                                               |                     | Fitolito recortado                                                                                 | 39 x 15.6        |           | bordes ondulados                 | 1310       |
|            |                                                               | <i>Panicoideae</i>  | Fitolito bilobado                                                                                  | 23.4 x 13        |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1307       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado                                                                                  | 23.4 x 10.4      |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1308       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado                                                                                  | 23.4 x 10.4      |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1309       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado                                                                                  | 20.8 x 10.8      |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1311       |
|            |                                                               | <i>Zea mays</i>     | Fitolito bilobado en cruz                                                                          | 20.8 x 15.6      |           | bilobado de hoja                 | 1312       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                          | 18.2 x 13        |           | bilobado de hoja                 | 1313       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                          | 23.4 x 18.2      |           | bilobado de hoja                 | 1314       |
| 5-2B       | Plataforma I, Ofrenda 3, Asociado a hueso y fibra de camélido | <i>Pooideae</i>     | Agregado de fitolitos epidérmicos articulados                                                      | 36.4 x 15.6      |           | bordes aserrados                 | 1316       |
|            |                                                               |                     | Celulas epidérmicas articuladas con fitolitos                                                      |                  |           | bordes ondulados                 | 1318       |
|            |                                                               | <i>Panicoideae</i>  | Fitolito bilobado                                                                                  | 20.8 x 13        |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1319       |
|            |                                                               |                     | Fitolito bilobado                                                                                  | 18.2 x 13        |           | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp. | 1320       |
|            |                                                               | <i>Zea mays</i>     | Almidones                                                                                          | 20.8 x 15.6      |           | almidones poliédricos            | 1321-1322  |
|            |                                                               |                     |                                                                                                    | 15.6 x 15.6      |           | almidones poliédricos            | 1323-1324  |
|            |                                                               | <i>Prosopis</i> sp. | Almidones                                                                                          | 18.2 x 15.6      |           | almidones poliédricos            | 1325-1327  |
| 6-2C       | Plataforma I, Ofrenda 3, Asociado a hueso y fibra de camélido | <i>Zea mays</i>     | Fitolito bilobado en cruz                                                                          | 18.2 x 15.6      |           | bilobado de hoja                 | 1328       |
|            |                                                               | <i>Pooideae</i>     | Fitolito recortado                                                                                 | 39 x 10.4        |           | bordes aserrados                 | 1329       |

Tabla 2.- Identificación taxonómica de los restos microbotánicos aislados de los coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna

| N° Muestra | Procedencia                            | Taxón identificado  | Parte anatómica                                                                           | Medidas (micras) | Observaciones                        | Microfotos |
|------------|----------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------|
|            |                                        |                     |                                                                                           | Largo por Ancho  |                                      |            |
| 7-3A       | Plaza I, Terraza 1, Ofrenda 3, Pozo 19 | <i>Zea mays</i>     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 20.8 x 18.2      | bilobado de hoja                     | 1344       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 15.6 x 13        | bilobado de hoja                     | 1330       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 18.2 x 18.2      | bilobado de hoja                     | 1332       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 20.8 x 15.6      | bilobado de hoja                     | 1342       |
|            |                                        |                     | Almidones                                                                                 | 20.8 x 15.6      | almidones polidrícos                 | 1338-1340  |
|            |                                        | <i>Pooideae</i>     | Agregación multicelular de fitolitos                                                      | 28.6 x 13        | fitolitos esféricos                  | 1331       |
|            |                                        |                     | epidérmicos de hoja                                                                       |                  |                                      |            |
|            |                                        |                     | Celula epidérmica fitolítica                                                              | 78 x 26          | fitolito borde ondulado              | 1343       |
|            |                                        | <i>Panicoideae</i>  | Fitolito bilobado                                                                         | 20.8 x 15.6      | bilobado Aff. <i>Panicum</i> sp.     | 1333       |
|            |                                        |                     | Agregación multicelular de células epidérmicas                                            | 36.4 x 15.6      | fitolitos bilobados                  | 1336       |
|            |                                        |                     | con fitolitos <i>in situ</i>                                                              | 26 x 13          | en vista dorsal                      | 1337       |
|            |                                        | <i>Prosopis</i> sp. | Almidones                                                                                 | izq: 15.6 x 10.4 | almidones polidrícos                 | 1334-1335  |
|            |                                        |                     |                                                                                           | der: 13 x 13     |                                      |            |
|            |                                        | <i>Cyperaceae</i>   | Parénquima aérfico                                                                        |                  | parénquima de tallo                  | 1341       |
| 8-3B       | Plaza I, Terraza 1, Ofrenda 3, Pozo 19 | <i>Prosopis</i> sp. | Almidones                                                                                 | 15.6 x 13        | almidones polidrícos                 | 1345-1346  |
|            |                                        | <i>Zea mays</i>     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 13 x 13          | bilobado de hoja                     | 1347       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 18.2 x 15.6      | bilobado de hoja                     | 1348       |
|            |                                        |                     | Fitolitos bilobados en cruz, agrupados en un soporte corto de células epidérmicas de hoja | 18.2 x 13        | bilobados <i>in situ</i> en cadena   | 1350       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 18.2 x 15.6      | bilobado de hoja                     | 1351       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 20.8 x 18.2      | bilobado de hoja                     | 1352       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 20.8 x 18.2      | bilobado de hoja                     | 1353       |
|            |                                        | <i>Pooideae</i>     | Agregación multicelular de células epidérmicas                                            | 10.4 x 7.8       | fitolitos <i>in situ</i> esféricos   | 1349       |
|            |                                        |                     | con fitolitos <i>in situ</i> esféricos                                                    |                  |                                      |            |
|            |                                        |                     | Agregado de dos células epidérmicas fitolíticas                                           | 65 x 18.2        | células epidérmicas borde dendrítico | 1354       |
| 9-3C       | Plaza I, Terraza 1, Ofrenda 3, Pozo 19 | <i>Zea mays</i>     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 18.2 x 13        | bilobado de hoja                     | 1355       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 15.6 x 13        | bilobado de hoja                     | 1363       |
|            |                                        |                     | Epidermis foliar con fitolitos en cruz <i>in situ</i>                                     | 13 x 13          | bilobados dentro de epidermis hoja   | 1367       |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado en cruz                                                                 | 20.8 x 15.6      | bilobado de hoja                     | 1371       |
|            |                                        |                     | Almidones                                                                                 | 20.8 x 20.8      | almidones polidrícos                 | 1361-1362  |
|            |                                        |                     |                                                                                           | 18.2 x 18.2      | almidones polidrícos                 | 1365-1366  |
|            |                                        |                     |                                                                                           | 20.8 x 18.2      | almidones polidrícos                 | 1369-1370  |
|            |                                        | <i>Panicoideae</i>  | Células epidérmicas ondulaciones largas y regulares                                       | 91 x 39          | Aff. <i>Setaria</i> sp.              | 1356-1357  |
|            |                                        |                     | Espacio estrecho en el cuerpo central de células                                          |                  | Aff. <i>Setaria</i> sp.              | 1358       |
|            |                                        |                     | Papilas entre células dendríticas irregulares                                             |                  |                                      |            |
|            |                                        |                     | Célula aislada dendrítica irregular                                                       | 117 x 26         | Aff. <i>Panicum</i> sp.              | 1359       |
|            |                                        |                     | Células epidérmicas agregadas, ondulaciones cortas                                        | 26 x 13          | Aff. <i>Panicum</i> sp.              | 1360       |
|            |                                        |                     | espacio estrecho en cuerpo central células, papilas cortas                                |                  |                                      |            |
|            |                                        |                     | Fitolito bilobado                                                                         | 20.8 x 13        | Aff. <i>Panicum</i> sp.              | 1364       |
|            |                                        |                     | Células epidérmicas agregadas, ondulaciones cortas                                        | 18.2 x 13        | Aff. <i>Panicum</i> sp.              | 1368       |
|            |                                        |                     | estomas, pequeñas papilas y un cuerpo silíceo                                             |                  |                                      |            |
|            |                                        | No Identificado     | Agregado de células con superficie epidermis rugosa                                       |                  | tejido foliar                        | 1372       |

Tabla 3.- Identificación taxonómica de los restos microbotánicos aislados de los coprolitos de camélidos de Huaca de la Luna y Sipán

| N° Muestra        | Procedencia                  | Taxón identificado                                | Parte anatómica                                            | Medidas (micras)                             | Observaciones                                 | Microfotos |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|                   |                              |                                                   |                                                            | Largo por Ancho                              |                                               |            |
| 10-4A             | Plaza 1 Unidad 2 Cuadro C220 | <i>Pooideae</i>                                   | Células epidérmicas bordes ondulados                       | 46.8 x 13                                    | bordes ondulados, superficie lisa             | 1373       |
|                   |                              | <i>Zea mays</i>                                   | Almidones                                                  | 15.6 x 15.6                                  | almidones poliédricos                         | 1374-1375  |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 15.6 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1382       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 20.8                                  | bilobado de hoja                              | 1383       |
|                   |                              | <i>Prosopis sp.</i>                               | Almidones                                                  | 18.2 x 15.6                                  | almidones poliédricos                         | 1376-1377  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | 18.2 x 15.6                                  | almidones poliédricos                         | 1379-1380  |
| <i>Lama glama</i> | Fibra                        | 26 (diámetro)                                     | fibra con escamas con luz polarizada                       | 1381                                         |                                               |            |
| 11-4B             | Plaza 1 Unidad 2 Cuadro C220 | <i>Zea mays</i>                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 20.8                                  | bilobado de hoja                              | 1384       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1386       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 18.2 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1390       |
|                   |                              | <i>Cyperaceae</i>                                 | Aérenquima de tallo, cámaras con aire                      | cámaras aérficas variables                   | tallos tiernos menor a 1 mes                  | 1387       |
|                   |                              | <i>Prosopis sp.</i>                               | Almidones                                                  | 13 x 13                                      | almidón poliédrico                            | 1388-1389  |
| 12-4C             | Plaza 1 Unidad 2 Cuadro C220 | <i>Prosopis sp.</i>                               | Almidones                                                  | 15.6 x 15.6                                  | esférico, de semilla, hilum perforado         | 1392-1394  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | 20.8 x 20.8                                  | esférico, de semilla, hilum perforado         | 1397-1398  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | 18.2 x 18.2                                  | esférico, de semilla, hilum perforado         | 1401-1402  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | sup: 15.6 x 15.6                             | esférico, de semilla, hilum perforado         | 1403-1405  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | inf: 15.6 x 15.6                             |                                               |            |
|                   |                              |                                                   |                                                            | 26 x 26                                      | esférico, de semilla, hilum perforado         | 1407-1408  |
|                   |                              |                                                   |                                                            | 18.2 x 18.2                                  | varios esféricos, de semilla, hilum perforado | 1413-1414  |
|                   |                              | Células del mesófilo de la vaina                  |                                                            | células con paredes gruesas                  | 1413                                          |            |
|                   |                              | <i>Zea mays</i>                                   | Almidones                                                  | 23.4 x 15.6                                  | almidones poliédricos, hilum intacto          | 1395-1396  |
|                   |                              |                                                   | Agregación multicelular de celulas epidérmicas             | 10.4 x 7.8                                   | estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i>  | 1406       |
|                   |                              |                                                   | con fitolitos <i>in situ</i> y estomas                     |                                              |                                               |            |
|                   |                              |                                                   | Agregación multicelular con células epidérmicas            | estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i> | 1409                                          |            |
|                   |                              |                                                   | bordes ondulados cortos, estomas y fitolito <i>in situ</i> |                                              |                                               |            |
|                   |                              |                                                   | Agregación multicelular con células epidérmicas            |                                              |                                               |            |
|                   |                              |                                                   | bordes ondulados cortos, estomas y fitolito <i>in situ</i> | estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i> | 1410                                          |            |
| 13-5A             | Sector I Unidad XXI:X Capa 5 | <i>Zea mays</i>                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 18.2 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1415       |
|                   | Hoyo asociado área doméstica |                                                   | Fitolitos bilobados <i>in situ</i> de células épidermicas  | 20.8 x 20.8                                  | fitolitos bilobados de hoja alineados         | 1416       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 18.2 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1419       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 23.4 x 15.6                                  | bilobado de hoja                              | 1425       |
|                   |                              |                                                   | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 18.2                                  | bilobado de hoja                              | 1427       |
|                   |                              |                                                   | Almidones                                                  | 18.2 x 18.2                                  | almidones poliédricos                         | 1417-1418  |
|                   | <i>Prosopis sp.</i>          | Almidones                                         | 18.2 x 15.6                                                | almidón con hilum perforado                  | 1421-1422                                     |            |
|                   | <i>Panicoidae</i>            | Fitolito Bilobado                                 | 31.2 x 10.4                                                | fitolito de hojas                            | 1423                                          |            |
|                   |                              | Fitolito Bilobado                                 | 28.6 x 15.6                                                | fitolitos de hojas                           | 1424                                          |            |
|                   |                              | Fitolito Polilobado                               | 26 x 13                                                    | fitolito de hoja                             | 1429                                          |            |
|                   | <i>Pooideae</i>              | Célula fitolítica de borde aserrado               | 52 x 18.2                                                  | célula fitolítica aislada                    | 1426                                          |            |
|                   |                              | Célula fitolítica de borde aserrado y pronunciado | 65 x 31.2                                                  | célula fitolítica aislada                    | 1428                                          |            |



Tabla 4.- Identificación taxonómica de los restos microbotánicos aislados de los coprolitos de camélidos de Sipán

| N° Muestra | Procedencia                          | Taxón identificado                         | Parte anatómica                                            | Medidas (micras)                              | Observaciones                                 | Microfotos |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
|            |                                      |                                            |                                                            | Largo por Ancho                               |                                               |            |
| 14-5B      | Sector I Unidad XXI:X Capa 5         | Zea mays                                   | Agregación multicelular de celulas epidérmicas             | 15.6 x 13                                     | fitolitos bilobados de hoja                   | 1430       |
|            | Hoyo asociado área doméstica         |                                            | con fitolitos <i>in situ</i> y estomas                     |                                               |                                               |            |
|            |                                      |                                            | Fitolito bilobado en cruz                                  | 15.6 x 13                                     | fitolito bilobado de hoja                     | 1434       |
|            |                                      |                                            | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 13                                     | fitolito bilobado de hoja                     | 1435       |
|            |                                      |                                            | Fitolito bilobado en cruz                                  | 18.2 x 15.6                                   | fitolito bilobado de hoja                     | 1440       |
|            |                                      |                                            | Agregación multicelular de celulas epidérmicas             | 15.6 x 15.6                                   | fitolitos bilobados alineados                 | 1441       |
|            |                                      |                                            | con fitolitos <i>in situ</i> y estomas                     |                                               |                                               |            |
|            |                                      | Prosopis sp.                               | Células del mesófilo y estomas paracíticos                 |                                               | células con paredes engrosadas                | 1438       |
|            |                                      | Panicoideae                                | Fitolito polilobado                                        | 28.6 x 13                                     | fitolito de hoja                              | 1433       |
|            |                                      |                                            | Células epidérmicas agregadas, ondulaciones cortas         |                                               | Aff. Panicum sp.                              | 1439       |
|            |                                      |                                            | espacio estrecho en cuerpo central células, papilas cortas |                                               |                                               |            |
|            |                                      | Pooideae                                   | Célula epidérmica fitolítica aislada                       | 91 x 39                                       | célula con borde leve ondulado                | 1431       |
|            | Célula epidérmica fitolítica aislada |                                            | 52 x 26                                                    | célula con borde leve ondulado                | 1436                                          |            |
|            | Poaceae                              | Células épidermicas agregadas de raíz      | 78 x 15.6                                                  | células bordes ligeramente aserrados          | 1437                                          |            |
|            | Dicotiledonea                        | Células agrupadas en forma de rompecabezas | 39 x 20.8                                                  | células con ondulación y paredes anticlinales | 1432                                          |            |
| 15-5C      | Sector I Unidad XXI:X Capa 5         | Bambusoideae                               | Fitolito en forma silla montar                             | 31.2 x 26                                     | fitolito aislado                              | 1444       |
|            | Hoyo asociado área doméstica         | Panicoideae                                | Fitolito polilobado                                        | 26 x 10.4                                     | fitolito de hoja                              | 1450       |
|            |                                      | Zea mays                                   | Almidón                                                    | 18.2 x 18.2                                   | almidones poliédricos                         | 1445-1446  |
|            |                                      |                                            | Fitolito bilobado en cruz                                  | 20.8 x 15.6                                   | fitolito bilobado de hoja                     | 1448       |
|            |                                      | Prosopis sp.                               | Células del mesófilo y estomas paracíticos                 |                                               | células con paredes engrosadas                | 1447       |
|            |                                      | Dicotiledonea                              | Células agrupadas en forma de rompecabezas                 |                                               | células con ondulación y paredes anticlinales | 1449       |

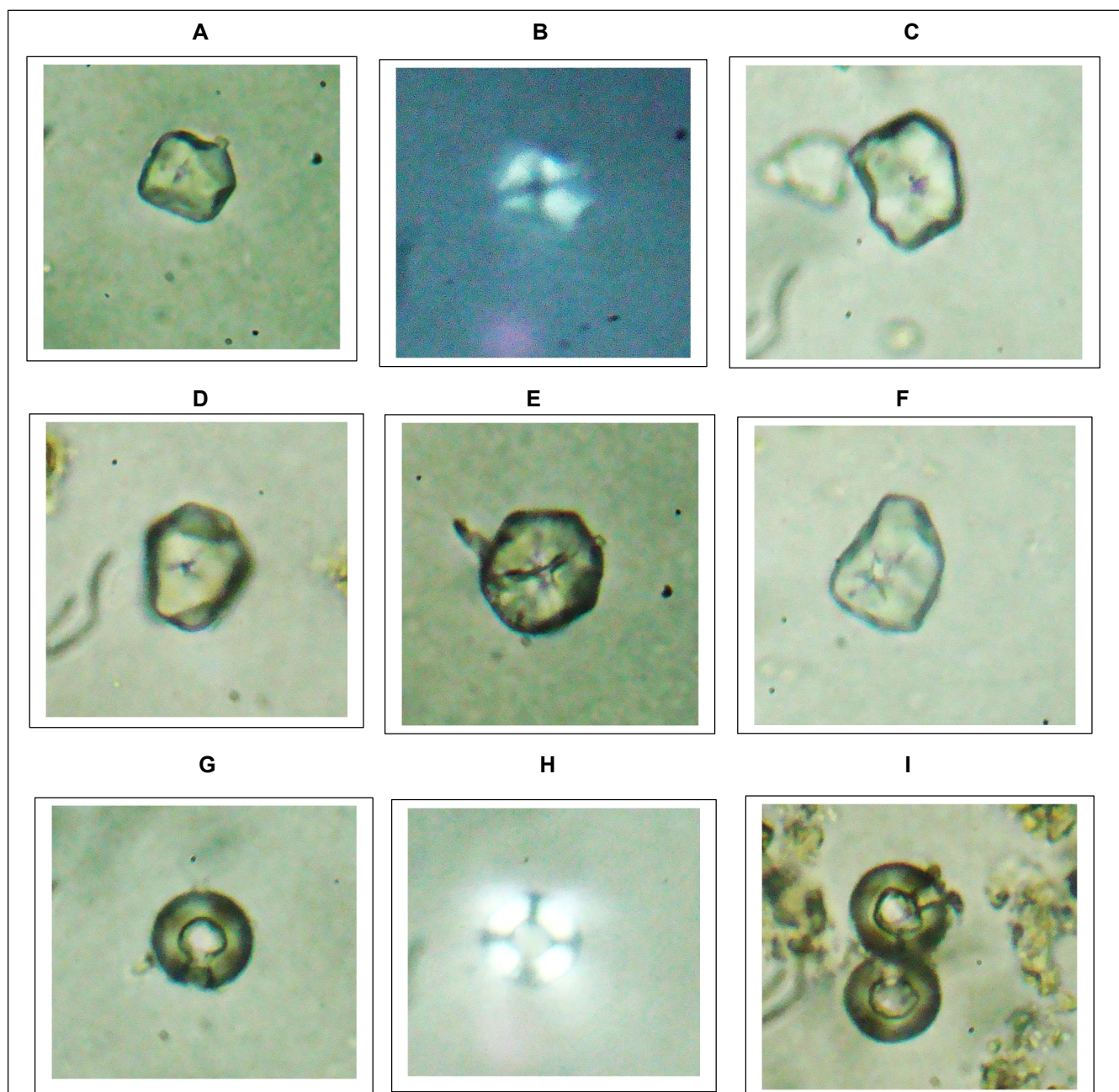


Figura 1.- (A) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 15.6 micras de largo por 13 micras de ancho, procede de muestra 1-1A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (B) El mismo grano anterior con captura de luz polarizada a 400X, (C) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de muestra 1-1A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (D) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de muestra 2-1B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (E) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 20.8 micras de largo por 20.8 micras de ancho, procede de muestra 2-1B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (F) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 20.8 micras de largo por 15.6 micras de ancho, procede de muestra 7-3A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (G) Grano de almidón de *Prosopis* sp. con hilum perforado, mide 15.6 de largo por 15.6 micras de ancho, procede de la muestra 12-4C, captura con microscopía de luz simple a 400X, (H) El mismo grano anterior con captura de luz polarizada, captura a 400X, (I) Granos de almidón de *Prosopis* sp. con hilum perforado, el superior mide 15.6 de largo por 15.6 micras de ancho, y el inferior tiene las mismas medidas, procede de la muestra 12-4C, captura con microscopía de luz simple a 400X,



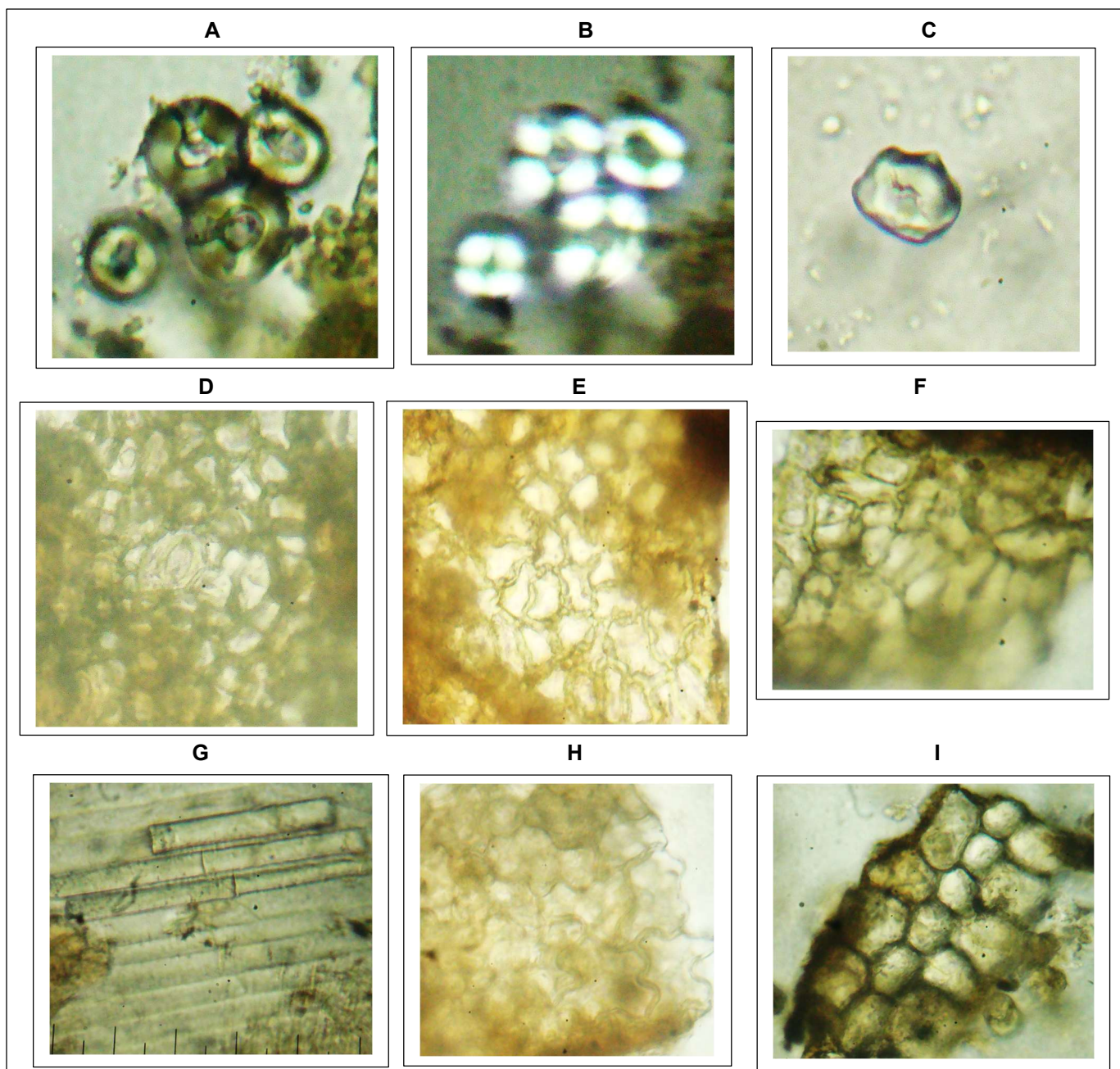


Figura 2.- (A) Grano de almidón de *Prosopis* sp. con hilum perforado, mide 18.2 de largo por 18.2 micras de ancho, procede la muestra 12-4C, captura con microscopía de luz simple a 400X, (B) Los mismos granos de almidón anteriores con captura de luz polarizada a 400X, (C) Grano de almidón de *Prosopis* sp. con hilum perforado, mide 18.2 de largo por 15.6 micras de ancho, procede la muestra 13-5A, captura con microscopía de luz simple a 400X, (D) Tejido parenquimático de tipo aerénquima de *Cyperaceae*, procede de muestra 3-1C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (E) Tejido parenquimático de tipo aerénquima de *Cyperaceae*, procede de muestra 11-4B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (F) Tejido del mesófilo de la vaina de *Prosopis* sp. células con paredes gruesas y geométricas, procede de la muestra 12-4C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (G) Tejido con células planas alineadas que provienen de una raíz, procede de la muestra 14-5B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (H) Tejido foliar con células agrupadas en forma de rompecabezas, con ondulación y paredes anticlinales, procede de la muestra 15-5C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (I) Tejido foliar de *Prosopis* sp. con células del mesófilo, paredes engrosadas y estoma paracítico, procede de la muestra 15-5C, captura con microscopio de luz simple a 400X.



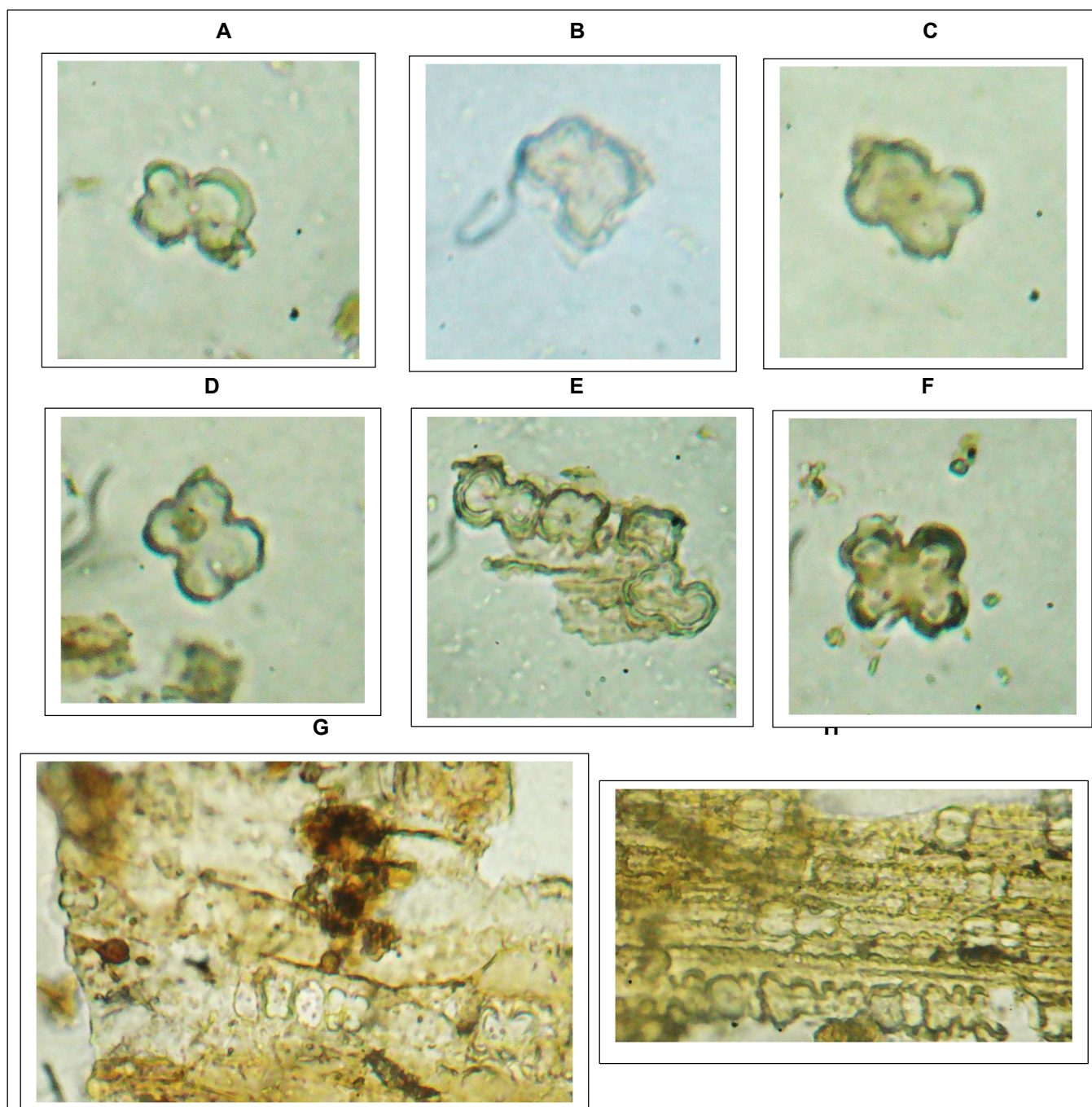


Figura 3.- (A) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 20.8 micras de largo por 15.6 micras de ancho, procede de la muestra 4-2A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (B) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 18.2 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de la muestra 7-3A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (C) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 20.8 micras de largo por 15.6 micras de ancho, procede de la muestra 7-3A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (D) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de la muestra 7-3A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (E) Fitolitos bilobados de hoja de *Zea mays* miden 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de la muestra 7-3A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (F) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, procede de la muestra 8-3B, captura con microscopia de luz simple a 400X, (G) Epidermis foliar de *Zea mays*, con fitolitos en cruz *in situ* dentro de epidermis de hoja, procede de muestra 9-3C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (H) Epidermis foliar de *Zea mays*, con fitolitos en cruz *in situ* y estomas dentro de epidermis de hoja, procede de muestra 12-4C. captura con microscopio de luz simple a 400X.



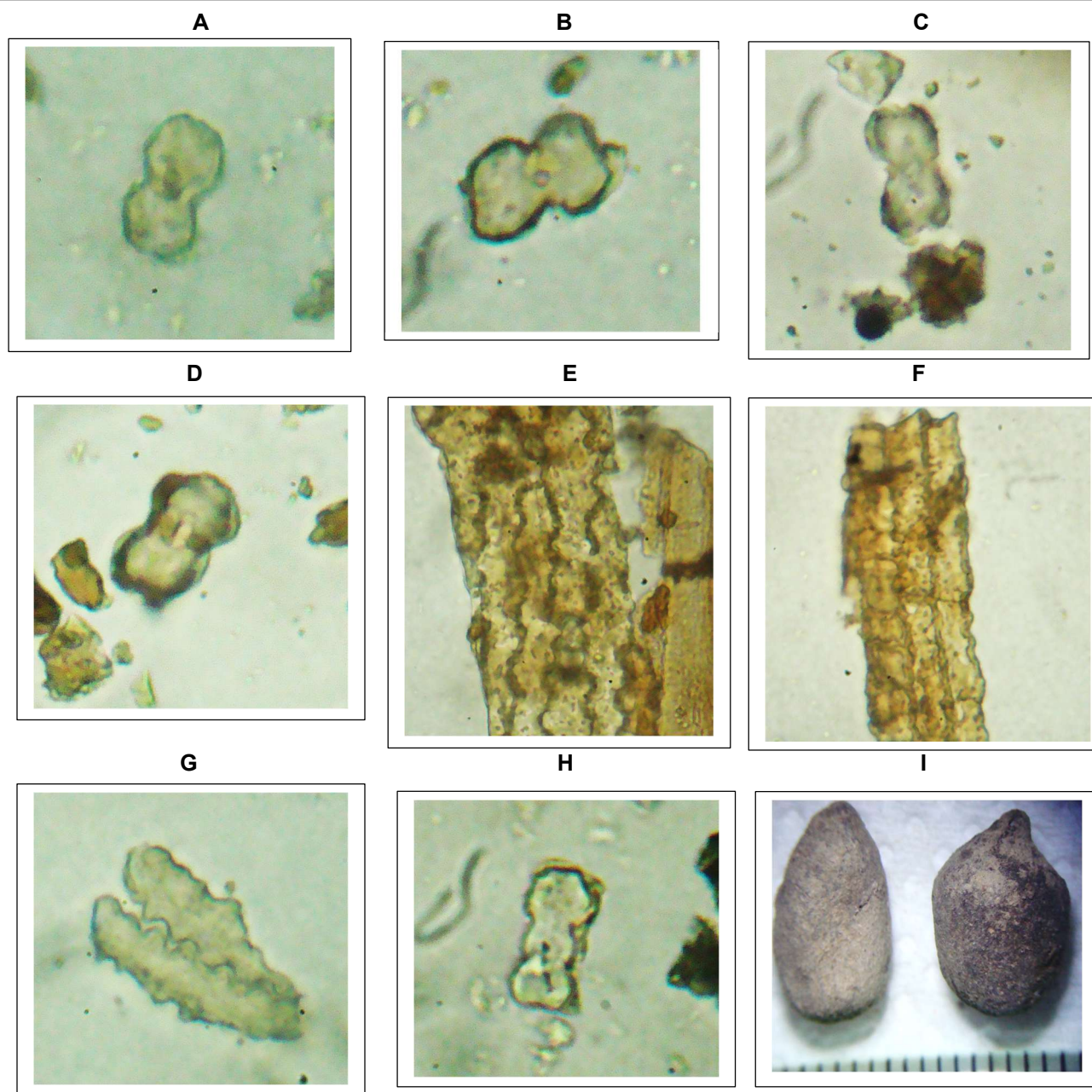


Figura 4.- (A) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 23.4 micras de largo por 13 micras de ancho, procede de la muestra 4-2A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (B) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 23.4 micras de largo por 10.4 micras de ancho, procede de la muestra 4-2A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (C) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 20.8 micras de largo por 10.8 micras de ancho, procede de la muestra 4-2A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (D) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 20.8 micras de largo por 13 micras de ancho, procede de la muestra 5-2B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (E) Agregación multicelular de células epidérmicas con fitolitos *in situ* de *Panicoideae*, procede de la muestra 7-3A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (F) Agregación multicelular de células epidérmicas con fitolitos *in situ* de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.), procede de la muestra 9-3C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (G) Células fitolíticas de bordes ondulados de *Pooideae*, miden 46.8 micras de largo por 13 micras de ancho, captura con microscopio de luz simple a 400X, (H) Fitolito polilobado de *Panicoideae*, mide 26 micras de largo por 13 micras de ancho, procede de la muestra 13-5<sup>a</sup>, captura con microscopio de luz simple a 400X, (I) Coprolitos de camélido doméstico que proceden de Huaca de la Luna, captura con microscopio estereoscópico a 10X.

## Discusión

Los camélidos domésticos que habitaron los ecosistemas costeros prehispánicos han dejado como evidencias los coprolitos, en algunos casos densas capas, que tienen atrapados evidencias microbotánicas de maíz (Jones y Bonavía 1992) y de algarrobo (hojas, vainas y semillas con endocarpio) como lo indicaba Shimada y Shimada (1985).

La “llama” *Lama glama*, es un camélido doméstico que *ramonea*, la cual es pacer las hojas y las puntas de las ramas de los árboles, ya sean cortadas antes o en pies tiernos de poca altura. Esta acción y la presencia de bosques secundarios de algarrobos en las inmediaciones de Huaca de la Luna y de Sipán, nos indican que este camélido obviamente habría ramoneado en estos árboles, para conseguir uno de los forrajes de su dieta, tal como se demuestra en los resultados de este análisis (ver tablas 1 a 4).

Por lo tanto y contrario a lo que indican Jones y Bonavía (1992), los camélidos no dependían exclusivamente de maíz, aduciendo que en el desierto no se podía encontrar otro tipo de forraje. Nuestros resultados indican que aparte del consumo de maíz (hojas y granos), estos herbívoros ramoneaban en los bosques de algarrobos, y también obtenían forraje en la vegetación ribereña, como *Cyperaceae* y tres *Poaceae* silvestres, posiblemente una de ellas *Panicum*, conocida comúnmente como “gramalote”, tal como lo indica Shimada y Shimada (1985) para un grupo de camélidos que fueron traídos al museo de Pachacamac, donde estos herbívoros, no solo consumían maíz, sino también “gramalote”, “maicillo” y otras *Poaceae*, lo que indica la alta flexibilidad para el consumo de pastos.

Por otro lado, y como indican Jones y Bonavía (1992), los camélidos que vivieron en Huaca de la Luna y Sipán deben haber estado cerca de los campos de cultivo, lo que implica que deben haber consumido las malezas que invaden los campos de cultivo, además de otras áreas adyacentes a los sitios, donde hay vegetación (riberas de canales, ríos o lagunas, o áreas xerofíticas cercanas a la orilla marina).

Los resultados obtenidos, se encuentran dentro de las afirmaciones anteriormente mencionadas, se han identificado almidones de *Zea mays* “maíz” (tablas 1 a 4, figuras 1A, 1C, 1D, 1E y 1F), fitolitos de hoja (tablas 1 a 4, figuras 2ª, 2B, 2C, 2D, 2E y 2F), y tejidos de hoja, donde se muestran la epidermis con fitolitos *in situ* ordenados linealmente y mostrando algunas estomas (2G y 2H).

Estas evidencias constituyen posiblemente que uno de los forrajes principales en la dieta de estos camélidos fue el maíz, y en forma especial en aquel coprolito que proviene de la Plaza I, Ofrenda 3, Pozo 19, donde la frecuencia de fitolitos de hoja y tejidos epidérmicos, indica que habría existido una cierta preferencia en otorgar un forraje como el maíz a camélidos que habrían sido elegidas ofrendas funerarias.

La presencia de almidones de maíz, indica que los camélidos habrían sido alimentados con mazorcas de maíz, como evidencian los almidones que se muestran en las figuras 1A, 1C, 1D, 1E y 1F. La posibilidad de consumo de mazorcas de maíz también es mencionada por Jones y Bonavía (1992) y Shimada y Shimada (1985), que mencionan

a Squier (1974), y que, a pesar, que se refiere a un medio diferente, narra que, en uno de sus viajes en las serranías sureñas, pernoctó en La Portada a 3800 msnm y que «Antes de acostarme fui hasta el corral. Cada una de las llamas había recibido un puñado de maíz... (y estaba) rumiando...» (Shimada y Shimada 1985).

Evidencias microbotánicas de *Prosopis* sp. “algarrobo”, han sido identificadas a nivel de almidones (tabla 3, figuras 1G, 1I, 2A y 2C), y vaina, como es el tejido del mesófilo de la vaina (figura 2F) lo cual indica el consumo de las vainas y semillas. Es interesante el testimonio de Shimada y Shimada (1985), indicando que en Cerro Sápame (costa Norte), en un contexto tardío, cerca de restos de camélidos, encontraron dos gruesos estratos con coprolitos de estos animales y uno de ellos contiene, además tallos, hojas y corontas de maíz, y también eran alimentados con frutos de algarrobo (*Prosopis chilensis*).

Otro forraje identificado en la matriz central de los coprolitos, lo constituyen tejidos de tallos de una planta hidrofítica, por presentar parénquima aerífero (figuras 2D y 2E). Este tipo de evidencia se presenta en especies de la familia *Cyperaceae*, y es posible que pertenezcan a alguna especie de *Cyperus*, que son plantas que habitan las riberas de ríos, canales de agua y lagunas. En el caso de Huaca de la Luna, y por la cercanía del sitio a la ribera del río Moche, es posible que este sitio hubiera sido una zona de pastoreo de los camélidos criados en el sitio, donde también se encuentran diversas *Poaceae* que conviven con una diversidad de plantas, que más adelante indicamos su identidad.

Hay que indicar que los tejidos identificados, pertenecen a dos plantas diferentes, porque mientras la figura 2D, presenta paredes de células engrosadas del aerénquima, en la figura 2E, las paredes son delgadas. Esta característica indica que la primera sería de una planta adulta o tallos deshidratados y la segunda de una planta tierna creciendo en su hábitat.

También se ha identificado células epidérmicas de una raíz no identificada (figura 2G), lo que indica que estos herbívoros también arrancaban plantas y consumían la raíz, a pesar de que, se indica que eran especializados en no arrancar los forrajes de raíz como lo hacen el ganado ovino y caprino.

Dentro de los forrajes de plantas silvestres, especialmente *Poaceae*, estas se han identificado a partir de fitolitos y tejidos, *Panicoideae*, *Pooideae* y *Bambusoideae*. La primera posiblemente corresponde a *Panicum* sp. “gramalote” que habita los bordes de ríos y canales de agua, donde se han logrado aislar fitolitos bilobados que presentan la misma morfología (Figuras 4A, 4B, 4C, y 4D) y tejidos foliares con los fitolitos *in situ* (figuras 4E y 4F). También se han identificado células fitolíticas de *Pooideae* (figura 4G) posiblemente de *Bromus catharticus*, que es la única especie del género que habita en la costa (Mostacero et al, 2009).



En el coprolito estudiado y que proviene de Sipán, además, de maíz, algarrobo, *Panicoideae*, *Pooideae*, se identificaron un fitolito de *Bambusoideae*, que tiene forma de silla de montar, y estaría asignado a *Guadua*, conocida como caña de guayaquil. Este fitolito provendría de las hojas, que serían las más probables de ser consumidas.

Finalmente se aislaron tejidos foliares de una dicotiledónea, en el coprolito de Sipán, que presenta células con ondulación y paredes anticlinales (figura 2H). Esta característica es propia de plantas de ambientes mesomórficos. Estos ambientes se localizan entre los 1700 y los 2500 msnm (18 a 15 °C de temperatura media anual). Esto significaría que algún momento de los movimientos comerciales que realizaban con las caravanas de camélidos, este individuo habría consumido alguna planta de esa ecología y que posteriormente fue depositada en Sipán.

Como se puede apreciar con los resultados obtenidos, no solo es propicio para averiguar el origen botánico de los forrajes, sino también que, por las características histológicas de hojas y tallos, conocer el tipo de ecología y hábitat de pastoreo de los camélidos prehispánicos.

### Referencias Bibliográficas

- Alonso J. 2011. Manual de Histología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-México.
- Belmonte S.E., Rosello N.E. y Rojas R.N. 1988. Análisis de restos vegetales de Coprolitos de camélidos de la desembocadura del río Camarones. *Chungará* 20:47-61.
- Bird J. 1985. The Preceramic Excavations at the Huaca Prieta Chicama Valley, Peru. Junius B. Bird, John Hyslop (collaborator). American Museum of Natural History, 1985. 294 páginas. New York
- Bryant, F.C. and Farfan, R.D., 1984. Dry season forage selection by alpaca (*Lama pacos*) in southern Peru. *J. Range Manage.*, 37: 330-333.
- Callen y Cameron, 1960. A prehistoric diet revealed in coprolites. *The New Scientist*, 8 (1960), pp. 35-40
- Engelhardt Wv. and Rubsamen K., 1979. Digestive physiology of camelids. The workshop of camels. Khartoum, pp. 307-346.
- Faegri K. e Iversen J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. Faegri, K., P. E. Kalland y K. Krzywinski editors. J.Wiley & Sons, Chichester.

- Huisa, T., 1985. Composicion botanica y valor nutricional de la dieta de alpaca (*Lama pacos*) en la epoca de seca. (Botanical composition and nutritional value of alpaca (*Lama pacos*) diets during the dry season.) Univ. San Antonio de Abad del Cusco, Cusco (B.S. Thesis)
- Jones JG., Bonavia D. 1992. Análisis de coprolitos de llama (*Lama glama*) del Precerámico tardío de la costa norcentral del Perú. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, tome 21, N°3, 1992. pp. 835-852.
- Metcalf C.R. 1960. Anatomy of the Monocotyledons: Gramineae, Vol. 1, Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, CR y Chalk, L. 1950. Anatomía de las dicotiledóneas. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford.
- Mostacero J, Mejía F, y Gamarra O. 2009. Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecogeografía. 1° Edición, GRAFICAR SRL, Concytec, Lima-Perú.
- Piperno D. 2006. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Altamira Press, Lanham Md. Por Schiffer M. University of Arizona Press, Tucson.
- Reinhard K.J. y Bryant Jr. V.M. 1992. Coprolite analysis: a biological perspective on archaeology. En: *Archaeological Method and Theory 4*, editado
- Rostworowski M. 1981. Recursos Naturales Renovables y Pesca, Siglos XVI y XVII. Instituto de Estudios Peruanos. Lima
- Shimada I. 1981. El proyecto arqueológico de Batán Grande-La Leche: las dos primeras temporadas. *Journal of Field Archaeology*, 8 (4), 405-446.
- Shimada, M. & Shimada L, 1985. Prehistoric llama breeding and herding on the North Coast of Peru. *American Antiquity*, 50(1): 3-26.
- Szpak, P., Millaire JF, White C., Longstaffe F. 2014. Small scale camelid husbandry on the north coast of Peru (Virú Valley): Insight from stable isotope analysis. *Journal of Anthropological Archaeology* Volume 36, December 2014, Pages 110-129
- Tapia, M. and Lascano, J.L., 1970. Contribucion al conocimiento de la dieta de alpacas pastoreando. (Contribution to the knowledge of the diet of grazing alpacas.) I. Convencion Internacional sobre Camelidos Sudamericanos (abstract), Univ. Nac. Tec. Altiplano, Puno.
- Vásquez V, Redondo R, Rosales T, Dorado G, y Peiró V. 2020. Osteometric and isotopic ( $d^{13}C$  and  $d^{15}N$ ) evidence of Pre-Hispanic camelid herd breeding in Moche site of "Huaca de la Luna" (North coast of Peru). *Journal of Archaeological Science: Reports* 29 (2020) 102083

- 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. En: Moche. Hacia el final del milenio. Actas del Segundo Coloquio sobre la cultura Moche, Trujillo, 1 al 7 de agosto de 1999. (Eds) Uceda, S., Mujica, E., Pontificia Universidad Católica del Perú-Universidad Nacional de Trujillo. Vol. 2, pp. 33–64.
- Velázquez, N.J., Burry, L.S., Mancini, M.V., Fugassa, M.H., 2010. Coprolitos de camélidos del Holoceno como indicadores paleoambientales. *Magallania* 38, 213-229.



## Uso de la flora maderable mediante análisis antracológico de muestras procedentes del sitio precerámico Cruz Verde-valle de Chicama

Teresa E. Rosales Tham<sup>1</sup>, Kazuho Shoji<sup>2</sup>, Víctor F. Vásquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Arqueólogo, Docente de la Escuela Profesional de Arqueología, Universidad Nacional de Trujillo,

<sup>2</sup>Universidad de Yamagata, Japón, <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas, "ARQUEOBIOS", Apartado Postal 595, Trujillo

### Resumen

A partir de una muestra de carbones recolectada de una serie de pisos estratificados cubiertos de depósitos culturales del sitio precerámico Cruz Verde (entre 4000 y 3800 años a.C.) en el valle de Chicama, se realizó un estudio antracológico, cuyos resultados permitieron la identificación de cuatro especies silvestres de árboles maderables: *Prosopis* sp. "algarrobo", *Acacia* sp. "espino", *Salix* sp. "sauce" y *Schinus molle* "molle"; dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo" y *Capparis* sp. "sapote". La ubicación estratigráfica de estos carbones se relaciona con la combustión y las características biogeográficas señalan que son especies que delinean una paleoecología de desierto premontano similar al actual que presenta el valle bajo de Chicama. Finalmente, la obtención de los datos de identificación botánica conjugada con el resto de otras evidencias botánicas que fueron estudiadas ha sido importante para analizar la paleoecología y conocer las actividades de uso dentro de la complejidad social en Cruz Verde.

**Palabras clave:** Antracología, histología, precerámico, paleoecología, microscopía simple, microscopía electrónica de barrido.

### Abstract

Based on a sample of coals collected from a series of stratified floors covered with cultural deposits from the preceramic Cruz Verde site (between 4000 and 3800 years B.C.) in the Chicama valley, an anthracological study was carried out, the results of which allowed the identification of four wild species of timber trees: *Prosopis* sp. "carob", *Acacia* sp. 'hawthorn', *Salix* sp. 'willow' and *Schinus molle* 'molle'; two wild shrubs: *Tessaria integrifolia* 'pájaro bobo' and *Capparis* sp. 'sapote'. The stratigraphic location of these coals is related to combustion and the biogeographical characteristics indicate that they are species that delineate a premontane desert paleoecology similar to the current one in the lower Chicama valley. Finally, obtaining botanical identification data combined with the rest of the botanical evidence studied has been important to analyze the paleoecology and to understand the use activities within the social complexity of Cruz Verde.

**Keywords:** Anthracology, histology, preceramic, paleoecology, simple microscopy, scanning electron microscopy

## **Introducción**

Las evidencias que se recuperan en las excavaciones arqueológicas son muy variadas, así tenemos dentro de la diversidad de restos arqueobotánicos a los carbones. Éstos se hallan asociados en diversos contextos arqueológicos, tal como, áreas domésticas, cocinas, fogones, hornos, basurales, áreas agrícolas, áreas de abandono, áreas de producción especializada, actos rituales, estratigrafía natural, entre artefactos, ecofactos, rasgos, entre otros.

Los restos arqueobotánicos que se presentan como “carbón vegetal” son residuos orgánicos procedentes de maderas, tallos, ramas, arbustos, huesos de frutos y cáscaras duras de vegetales, que han sido combustionados y tienen un alto porcentaje de carbono producto de haber sido sometidos a temperaturas altas entre 400° y 700°C. La combustión ha hecho que el carbón tenga ausencia o un mínimo de oxígeno por haber eliminado el agua y los componentes volátiles.

La preservación del carbón en el contexto arqueológico está sujeto a procesos tafonómicos, sin embargo, las evidencias observadas nos han mostrado carbones en diversos estados de conservación. De éstos, para el presente estudio se ha seleccionado a los que se muestran bien conservados y exponen un tamaño mayor a 20 mm. Adicionalmente éstos se manifiestan como fragmentos de materia sólida, duros, frágiles, ligeros, porosos, bituminosos y toman la forma parecida al de las leñas de las que se ha creado, teniendo formas: cilíndricas e irregulares.

En el presente estudio se incluye muestras de carbón recolectadas de las excavaciones del proyecto de investigación arqueológica Cruz Verde - valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad-Perú, que se llevaron a cabo durante los años 2017 a 2019 por Kazuho Shoji (National University SOKENDAI-Japan).

El objetivo del estudio fue la identificación taxonómica de las muestras de carbón para llegar a hipotetizar sobre la cobertura forestal adyacente al sitio arqueológico para definir su paleoecología y discutir el manejo de los recursos maderables usados para la combustión de sus fogones.

## **Antecedentes de estudios antracológicos**

Los primeros reportes de identificación de carbón de madera fueron realizados en Europa en el siglo XIX por Unger (1849). Posteriormente a principios del siglo XX el prehistoriador francés Breuil en 1903 continuó este interés con restos de carbón de yacimientos paleolíticos en Francia (Buxó 1997). Sus interpretaciones tenían una inclinación limitada a los estudios paleoecológicos.

En la época de los años 1940 cuando Libby demostraba la eficacia del Carbono 14 para conocer la cronología de los restos arqueológicos, las evidencias de carbón adquirieron más importancia. En estas fechas se destacan los trabajos de antracología de Maby (1932) que aporta con metodología para el estudio de carbones; Salisbury y Jane (1940) investigan el Castillo de Maiden, un castro (asentamiento fortificado de la Edad de Hierro, 600 a.C.) en Gran Bretaña donde las evidencias de carbón permitieron reconstruir su vegetación y proponer las condiciones climáticas pasadas. Este trabajo tuvo réplica donde Godwin y Tansley (1941) rechazan esta posibilidad.

Así en el trayecto del desenvolvimiento de la Antracología, se desarrollaron trabajos teóricos y metodológicos en Francia que definirían la vertiente más paleoecológica de la disciplina, dando lugar a la llamada escuela de Montpellier (Vernet 1967, 1973, 1997; Chabal 1997).

En esta línea ingresa otra perspectiva, Chabal et al, (1999) considera a la Antracología como una disciplina de la paleobotánica que realiza la identificación y estudio de los carbones de madera recuperados en contextos arqueológicos, así como en sedimentos naturales; por otro lado, Picornell (2009) adiciona a la Etnoarqueología como un nuevo campo de estudio para complementar estos estudios.

En la actualidad la Antracología se preocupa de utilizar una correcta metodología que se compromete desde, la recuperación de la muestra en el momento de la excavación, su embalaje hacia el laboratorio, limpieza, análisis, la identificación taxonómica e interpretación. De esta manera los carbones de los yacimientos arqueológicos no sólo son utilizados para obtener fechados absolutos, hoy han cobrado importancia como patrimonio cultural y biológico, por lo que atesoran un múltiple interés, tanto para conocer las actividades para su adquisición de este recurso, como para conocer la paleoecología del sitio arqueológico y estudiar la biodiversidad vegetal de la época.

Metodológicamente los estudios presentan al carbón como evidencia que se puede identificar en base a la observación de su organización estructural anatómica que presenta. Los inicios de los análisis de estas muestras fueron realizados con la impregnación de una resina Epoxi, de la cual se obtuvieron secciones delgadas para su examen utilizando microscopía de luz simple. Sin embargo, algunos investigadores, tal como Maby (1932), Grimes y Hyde (1935) habían comenzado a utilizar técnicas que requerían menos tiempo, mediante las cuales los fragmentos de carbón no eran tratados con resina y fueron seccionados manualmente, mediante tracción para obtener un corte fresco, limpio que se examinaría con una lupa o en microscopio estereoscopio de hasta 50X. Esto permitió una mejor visión de las

estructuras (vasos, parénquima, etc.) que son diagnósticos para la identificación taxonómica, de esta manera se redujo el costo del análisis permitiendo la identificación taxonómica de los carbones.

Adicionalmente, se comenzaron a formar colecciones arqueobotánicas, como la colección referencial de maderas de Cecilia A. Western, que se formó a finales de la década de 1960 y cuyo objetivo fue que se emplee en la identificación de macrorestos arqueológicos de carbón de madera facilitando significativamente las futuras investigaciones antracológicas. De esta manera, se conformaron carbones de maderas del suroeste de Asia y Europa (Asouti 2017, Charcoal Analysis Web). Para el área andina se ha formado colecciones de carbones de maderas de arbustos y árboles de la costa, sierra y selva que pertenecen al Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "Arqueobios", con fines de estudios antracológicos.

En América del Sur, se tienen algunas investigaciones antracológicas, varias se tratan de tesis doctorales con la influencia de la escuela francesa, tales como las realizadas por Solari (1993, 2000) de la Universidad Austral de Chile, sobre antracología de la Patagonia (Argentina) y Tierra de Fuego (Chile). En Brasil, Scheel-Ybert (1998, 2000) del Museo Nacional de la Universidad Federal de Río de Janeiro y en sus aportes a la antracología se centran en la metodología. Tardy (1998) investiga en cuatro sitios de Guyana Francesa donde los carbones arqueológicos los analiza e interpreta como marcadores ambientales identificando la ocurrencia de incendios en varias fases que podrían correlacionarse con cambios climáticos.

Otros investigadores como Marconetto (2002) del Instituto de Antropología de Córdoba y del CONICET en Argentina se ha especializado en los enfoques metodológicos de la antracología para la interpretación paleoecológica y los usos de la madera. Piqué (2002) de la Universidad Autónoma de Barcelona presenta datos interesantes de la relación de la antracología y los aportes de la etnoarqueología en Tierra de Fuego (Chile).

En el Perú la antracología viene desarrollándose y se han realizado varias investigaciones, siendo una de las pioneras la arqueóloga estadounidense especializada en paleoetnobotánica Deborah Pearsall (1980) que analizó los restos botánicos carbonizados de la cueva de Pachamachay, con una cronología de 11.000 a 10.000 años a.C., ubicado en el departamento de Junín (región puna de los andes centrales). La muestra analizada constó de 10.987 restos botánicos carbonizados, que fueron identificados por género, el 61% por familia y el 7% quedaron sin identificar (Pearsall 1978-1980; 1980). También sus aportes resaltan la descripción de las zonas ecológicas donde actualmente se puede encontrar esta vegetación, lo



cual lo realizó con el objetivo de determinar el probable uso de las especies identificadas para esa época.

En sitios de la costa peruana, Weir y Dering (1986) estudiaron los carbones del sitio precerámico La Paloma, que se ubica en el valle de Chilca. Los análisis indican que no se usó madera de árboles, si no arbustos que con el tiempo declinó por su calidad. Estos arbustos identificados se caracterizaban por tener un alto contenido de aceite, lo que conllevó a estudiar las lomas anexas y a llegar a la conclusión que existió una sobre explotación seguida de una sequía que se inició alrededor de 4.250 años A.P., que fue interrumpido por un período corto alrededor de 2.800 años A.P.

El estudio de Johannessen y Hastorf (1990) sobre el manejo activo de recursos combustibles por los habitantes del Mantaro que relativamente están desprovistos de árboles utilizaron tres tipos de información, datos arqueológicos, etnológicos y etnohistóricos. Las conclusiones explican que en la época prehispánica el inca controlaba los bosques y el cultivo de los árboles, y el corte para el combustible era de manera sostenible manejado como tributo. Esta práctica es muy probable que se haya realizado desde épocas prehispánicas tempranas en esta área a partir de cinco sitios tardíos (1.300-1.530 años d.C.) del Alto valle del Mantaro, donde se identificaron 12 taxones resaltando *Buddleja* sp., *Polylepis* sp., *Alnus* sp. y *Colletia* sp., y una concentración de maderas en las habitaciones de la clase de élite, sugiriendo un aspecto social en el uso de la madera (Hastorf et al, 2005).

Los primeros sitios costeros estudiados por investigadores del Instituto Francés de Estudios Andinos, los realiza Fanny Moutarde quién ha trabajado en antracología integrándose a varios proyectos arqueológicos, como Pampa Chica, ubicado en la parte baja del valle de Lurín, excavado por Dulanto (2002) un complejo piramidal del Horizonte Temprano, donde Moutarde (2002, 2005, 2006) a partir del análisis de los carbones reconstruyó el paleoclima de la época.

En Pachacamac, ubicado en la margen derecha del río Lurín, donde excavó Eeckhout (2004) como parte del Proyecto Ychsma de la Universidad Libre de Bruselas (Bélgica), la excavación de la arquitectura monumental correspondiente a los períodos Intermedio Tardío y Horizonte Tardío y época colonial, permitieron obtener muestras de carbones que fueron analizadas por Moutarde (2006), cuyos contextos se relacionan con áreas dedicadas a la preparación de alimentos para la elite que residía en el sitio. Los resultados indicaron la identificación de *Prosopis* sp., “algarrobo”, *Acacia* sp. “guarango”, *Caesalpinia* sp. “tara” e *Inga* sp. “paca”, además de otras especies que se presentan en menos porcentaje y que pertenecen a árboles que crecen en monte ribereño.

En Pueblo Viejo otro sitio costero en el valle de Lurín las excavaciones de Moutarde (2002, 2005, 2006) le permitió desarrollar una metodología de trabajo para la

antracología con el objetivo que los resultados permitan reconstruir el paleo paisaje vegetal y analizar la gestión del recurso leñoso usando datos etnohistóricos y etnográficos.

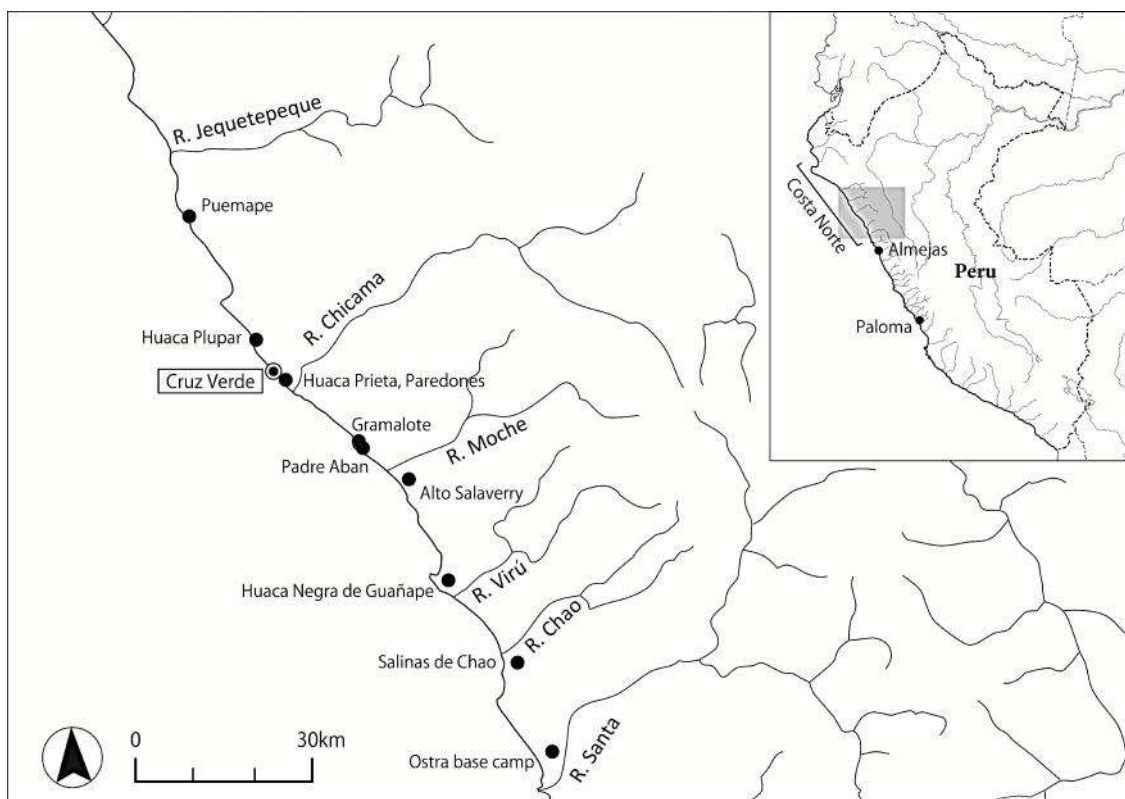
En la costa norte, y en el complejo arqueológico Huacas de Moche, Moutarde (2008) analiza una acumulación sedimentaria (Elemento 7-77) ubicada entre la fachada oeste de la Huaca de la Luna y la Plataforma Uhle, asociada a la fase Moche III y IV. Esta acumulación posee 17 capas. Para el estudio antracológico se tomaron muestras de carbón las capas 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 16 y 17. La cantidad de muestra de carbón para cada capa varía. Al final de un total de 1200 carbones, los resultados los presenta en valores absolutos y en porcentajes, lo que le permitió identificar *Prosopis*, *Capparis*, *Schinus* entre otros árboles del desierto costero. Esto permitió discutir sobre las especies vegetales utilizadas por el hombre para abastecerse de madera en la época mochica y ver la selección de algunas especies según las actividades que se querían realizar.

En el valle de Chicama en 2007 se inicia nuevas excavaciones en el sitio Huaca Prieta y Paredones, realizadas por Tom Dillehay y Duccio Bonavia, Los carbones de este sitio han sido estudiados por Rey (2017). La muestra tiene un total de 13.257,7 gramos, una parte corresponde a Huaca Prieta y la otra a Paredones. Los resultados resaltan las identificaciones taxonómicas sustentadas en la descripción técnica y anatomía de la madera que se obtuvo mediante microscopía electrónica de barrido. Los resultados los relaciona con los ambientes naturales del sitio con el objetivo de ver su explotación, uso y sugieren que se utilizó el mismo conjunto de especies a lo largo del tiempo para sus diversas fases en cada unidad, donde la mayor parte del carbón vegetal representa arbustos, pastos y otra vegetación de vida corta.

En este contexto, se está mostrando con los antecedentes el potencial informativo de la antracología. La problemática de investigación arqueológica en el Perú usando el carbón, no sólo se orienta a los asuntos cronológicos o de contribución cultural. Los carbones siguen recolectándose de los diversos contextos arqueológicos y su valor de estudio es valioso para la paleoecología, distribución ecológica, y el manejo por el hombre en el pasado.

### **El sitio arqueológico Cruz Verde**

El sitio arqueológico Cruz Verde se ubica al interior del pueblo La Bocana en el valle bajo de Chicama, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento de La Libertad-Perú. Limita por el norte con Huaca Pulpar (a 12 km); por el sur, con el Complejo Arqueológico El Brujo (a 2 km); más al sur con la desembocadura del río Chicama (a 6 km); al sureste con el poblado de Magdalena de Cao (a 4 km) y en dirección oeste a 200 m se tiene la línea de playa (Figura 1).



**Figura 1:** Ubicación del sitio arqueológico Cruz Verde y otros sitios arqueológicos precerámicos en la costa norte del Perú (Shoji, 2022).

Según las investigaciones de La Rosa y Shoji (2017, 2018), se dio a conocer las siguientes fases en la formación del montículo de Cruz Verde: en la fase CV-Ia, la formación del montículo comenzó directamente sobre la capa de tierra y la capa cultural se acumuló repetidamente conteniendo gran cantidad de restos naturales, artefactos usados con superficie compactada. Por otro lado, durante la fase CV-Ib, dichas superficies se prepararon artificialmente con suelo de arcilla blanquecina y el proceso de formación se repitió con mayor frecuencia.

Otro rasgo importante de este periodo son los enterramientos. Los ocho enterramientos excavados indican que las actividades de enterramiento suelen estar integradas en el proceso de formación de este túmulo. Dado que está claro que los bordes del suelo se inclinaban suavemente a medida que el montículo subía y bajaba, y no se observaron estructuras de piedra como muros de contención, se cree que esta estructura era sólo un "montículo", y su superficie superior era un espacio abierto cubierto por un suelo de arcilla en la fase CV-Ib.

## **Metodología**

### ***Muestra y Tratamiento***

El contexto de donde provienen las muestras de carbón es el Sector A, Unidad: E1 S1. Aquí la excavación mostró 21 capas sedimentarias asociadas a restos orgánicos, lo que indica una actividad continua dentro del proceso de formación del sitio arqueológico. De la columna de capas del Sector A, Unidad: E1 S1 se aislaron muestras para análisis de flotación, las que fueron procesadas en el laboratorio donde se aislaron las muestras de carbón de filiación precerámica para su respectivo análisis. En este sentido las muestras investigadas corresponden al período precerámico medio contando con un fechado entre 4000 años a.C. – 3700 años a. C. y que corresponde al período arcaico medio.

Los materiales antracológicos que se recuperaron de la flotación fueron seleccionados de las muestras de carbón que procedían de la fracción pesada y que presentaron buena conservación, para que posteriormente se pueda efectuar manualmente la tracción mecánica, esto en comparación con los fragmentos pequeños de la fracción liviana de la flotación.

Seleccionadas las muestras se procedió a la limpieza individual de los carbones para lo cual se hace empleo de aire comprimido cuya presentación es en aerosol. Este aire no usa cables eléctricos ni compresor, su presentación en un tubo hermético y su aplicación emite un flujo intenso de aire que emerge por una cánula extralarga y se puede dirigir manualmente hacia las áreas elegidas, liberando y eliminando las partículas de suciedad de la superficie de la muestra y de los lugares inaccesibles, realizando así una buena limpieza.

### ***Observación microscópica e identificación taxonómica***

Posteriormente se acondicionó la muestra para realizar la tracción mecánica, que en términos técnicos implica la aplicación de fuerza a lo largo del eje longitudinal del carbón. Esta tracción requiere de experiencia y habilidad manual. A continuación, queda lista la muestra para el montaje y observación.

La observación microscópica inicial se realizó en un microscopio estereoscopio a 10X, 20X y 50X. El objetivo de esta primera observación está dirigido a ubicar la zona de muestreo, que debe revelar óptimamente las características morfológicas del carbón. Por lo cual esta zona debe estar libre de biodeterioro (sin hongos) o de otras alteraciones mecánicas.

Elegidas las mejores secciones de las muestras de carbón, se separan para que ser montadas individualmente en un porta muestras. Este montaje fijará e inmovilizará a



la muestra que luego será introducida a la cámara de vacío del microscopio electrónico de barrido (MEB).

En la cámara de vacío se genera un haz de electrones de magna intensidad, preparando a la muestra para ser observada en la pantalla de la computadora asociada al MEB.

El microscopio electrónico de barrido (MEB) utilizado es un FEI QUANTA 200 (Oxford Instruments), del Laboratorio de técnicas no destructivas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, España. Este equipo utiliza electrones cuya longitud de onda es mucho menor que la de la luz logrando alcanzar una extraordinaria amplificación de la imagen de la muestra.

La alta resolución permite obtener información de la topografía de las partes anatómicas diagnósticas de los carbones, con aumentos de 80X, 160X y 500X.

Con los diferentes planos de corte (transversal, tangencial, radial) se lleva a cabo las capturas de imágenes, para luego hacer las descripciones siguiendo las pautas establecidas por IAWA Committee (2004) y mediante la comparación con material correctamente identificado (colección de xiloteca) o con el uso de claves basadas en las características anatómicas, procediendo a la determinación de la especie, género o familia del fragmento de carbón en estudio.

### ***Identificación taxonómica de los carbones***

Con las imágenes obtenidas por el MEB se procedió a su estudio para la determinar la identificación taxonómica empezando por determinar si la muestra corresponde a una gimnosperma o una angiosperma con rango local o foráneo.

Para el caso de las gimnospermas, se utilizó bibliografía especializada que va señalando algunas claves, tenemos a: García et al, (2002). Para el caso de angiospermas, se utilizó: Tortorelli (2009), la base de datos Inside Wood (2011). Para el caso de las maderas locales, se disponen de las láminas con cortes de maderas de árboles nativos cultivados y silvestres, montados y colecciones de madera de estos árboles.

Con los resultados de la identificación taxonómica obtenidos, se presenta la información bioecológica: origen, distribución geográfica, calidad de cultivada o silvestre, ecología, para realizar las interpretaciones respectivas para los objetivos de la investigación.

## Resultados

De 19 muestras de flotación analizadas, se eligieron seis muestras que corresponden a la fase Cruz Verde I, sub-fase B del Sector A, Unidad E1 S1 y tienen una filiación cultural que corresponde al arcaico medio con un fechado absoluto de 4000 a.C.- 3700 años a.C y fueron excavados por Kazuho Shoji (Tabla 1).

Tabla 1: Lista de las muestras de carbón procedentes del sitio arqueológico de Cruz Verde, con filiación del período arcaico que han sido sometidas a estudios antracológicos.

| CRUZ VERDE: SECTOR A                            |                |        |          |      |          |                     |                    |
|-------------------------------------------------|----------------|--------|----------|------|----------|---------------------|--------------------|
| MUESTRAS DE CARBÓN PARA ESTUDIOS ANTRACOLÓGICOS |                |        |          |      |          |                     |                    |
| N° de Muestra                                   | N° de Registro | Unidad | Capa     | Fase | Sub Fase | Fechados            | Filiación cultural |
| 17CV-RN211                                      | 17CV-A-N263    | E1S1   | CE, 10-2 | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |
| 17CV-RN212                                      | 17CV-A-N264    | E1S1   | CE, 11a  | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |
| 17CV-RN213                                      | 17CV-A-N265    | E1S1   | CE, 11b  | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |
| 17CV-RN214                                      | 17CV-A-N266    | E1S1   | CE, 11c  | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |
| 17CV-RN216                                      | 17CV-A-N268    | E1S1   | CE, 12b  | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |
| 17CV-RN217                                      | 17CV-A-N283    | E1S1   | CE, 12c  | CV-I | CV-IB    | 4000 a.C - 3700 a.C | Arcaico Medio      |

El estudio con MEB permitió identificar a partir de las seis muestras de carbón cuatro especies silvestres de árboles maderables: *Prosopis* sp. “algarrobo”, *Acacia* sp. “espino”, *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle”; y dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Capparis* sp. “sapote”.

### ***Prosopis* sp. “algarrobo”**

La muestra de carbón corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 10-2, fue identificado como *Prosopis* sp. “algarrobo”.

Este es un árbol de la familia Fabaceae y se caracteriza por que puede ser de porte pequeño o llegar a ser un árbol de grandes dimensiones alcanzando hasta unos 30 m de altura, el tronco es recto, retorcido y a veces tortuoso, con o sin espinas, con la corteza resquebrajadas, copa bastante amplia.

Sus frutos, son vainas comprimidas, indehiscentes, articuladas, rectas, curvadas o falcadas, con el ápice picudo, cuando maduros de color amarillo paja, de unos 12 a 30 cm de largo por 1,4-1,9 cm de ancho y pueden alojar hasta 30 semillas. El mesocarpo es carnoso y dulce, endocarpo duro y leñoso, que limita la cavidad libre de la semilla. Semillas oblongas, comprimidas de color marrón claro, con una línea circular en la superficie.

Tanto las semillas como la pulpa dulce y comestible de las vainas son desde épocas prehispánicas (Towle, 1961) hasta la actualidad muy apreciadas en la alimentación del hombre y del ganado.

La presencia de sus restos maderables se aprecia en la arquitectura prehispánica (Strong y Evans, 1952) y su carbón se reporta como combustible desde épocas tempranas en los yacimientos costeros del Perú.

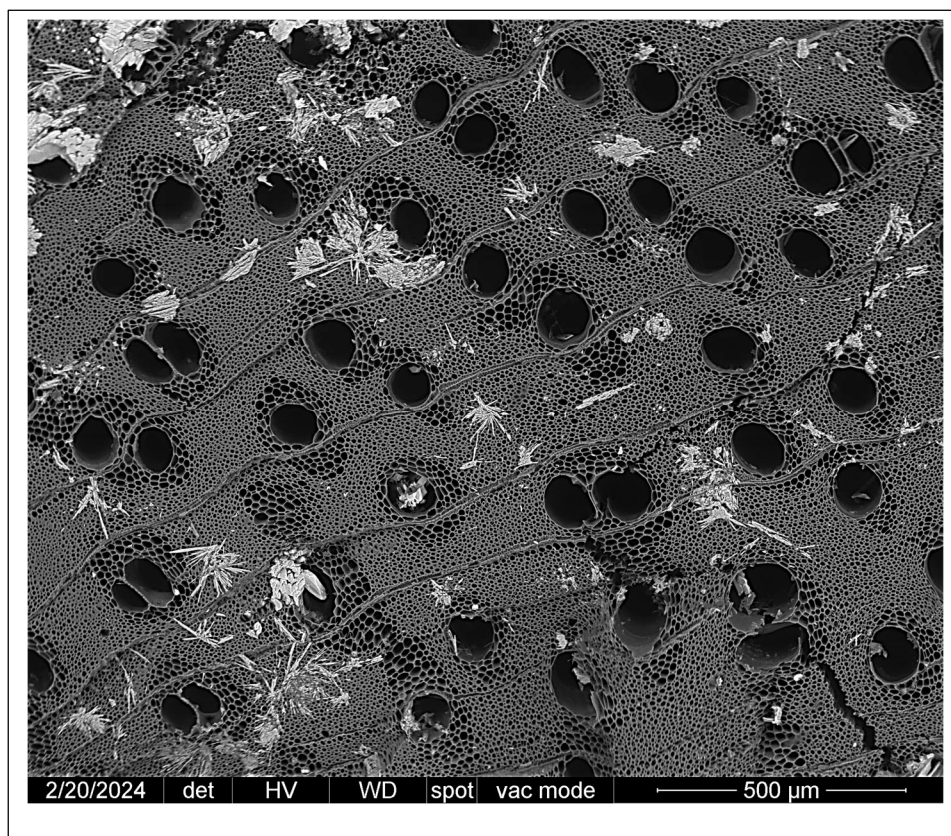


Figura 2: Corte transversal del carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Prosopis* sp. “algarrobo” procede del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 10-2, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras.

### **Características histológicas**

La sección transversal del carbón que se visualiza en la figura 2, procede de una madera resinosa, con placas de perforación simple, madera sin porosidad anular, con 5 - 20 vasos por milímetro cuadrado (figura 2). Parénquima axial vasicéntrico y aliforme, dos a cuatro células por cadena de parénquima.

### **Origen, ecología y distribución geográfica**

El género *Prosopis* (Fabaceae-Mimosoidea) es originario de Perú, Ecuador y Colombia, es anfitropical y se distribuye en la costa norte del Perú, distribuyéndose desde el nivel del mar hasta los 1900 msnm y en el Perú desde el departamento de Tumbes hasta el departamento de Ica, ocupando las zonas áridas, semiáridas, dunas y médanos de la costa peruana. A nivel mundial se encuentra en todas las zonas áridas y semiáridas del mundo. Se han descrito alrededor de 44 especies, siendo la mayoría de ellas nativas de América, uno de África tropical y tres del sudeste asiático (McRostie et al, 2017). La hipótesis paleotropical postula que *Prosopis* se extendió desde África a América del Norte durante el Paleogeno y luego posteriormente se dispersó en América del Sur.

Pasiecznik et al, (2001), sugiere que el complejo *P. pallida*/*P. juliflora* ocupa el centro del terreno entre los centros texano-mexicano y argentino-paraguayo-chileno; está dispersado desde América del Norte a través de los Andes desde Argentina a Bolivia y de allí a la costa hiperárida de Chile y el sur de Perú, antes de extenderse hacia el norte peruano, donde están sus poblaciones endémicas en ecosistemas costeros desde Tumbes hasta Lima.

### ***Acacia* sp. “espino”**

Se identificó una muestra de carbón de *Acacia* sp. “espino” o “huarango”, esta proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11a. Se trata de un árbol nativo de América del Sur, de la familia Fabaceae, su tamaño es mediano de alrededor 5-6 m. de altura, espinoso, los troncos jóvenes, con largas espinas geminadas, fuste algo irregular, copa amplia y plana a veces inclinada por acción del viento.



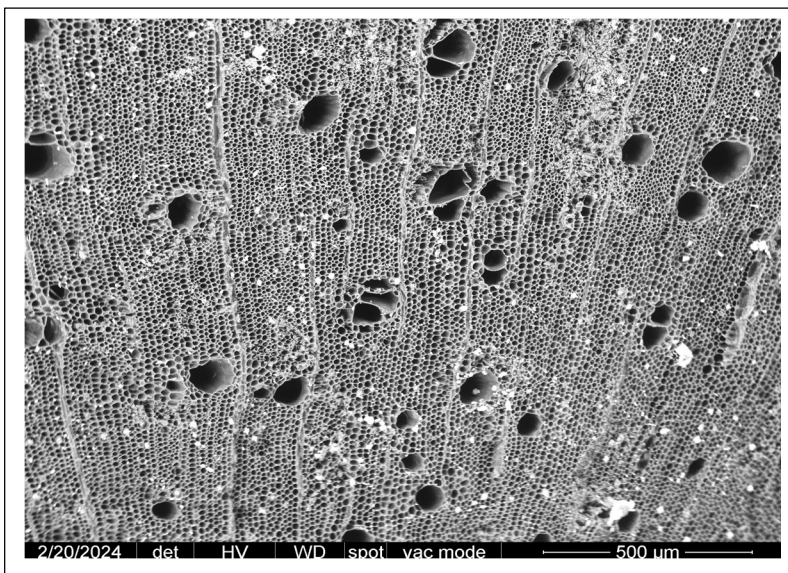


Figura 3: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Acacia* sp. "espino", su contexto es Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11a, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras.

### **Origen, ecología y distribución geográfica**

El género consiste en 800 especies distribuidas en las regiones más calientes del mundo, de las cuales 16 existen en Perú. Está distribuida desde Florida y las Indias Occidentales hacia el sur de Argentina. En el Perú, esta especie crece en los declives montañosos occidentales y en los valles interandinos, así como también a lo largo de los ríos costeros. Los especímenes de esta especie han sido colectados en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Ica, Lambayeque, Lima, La Libertad, Piura, Tacna y Tumbes, entre los 0-3000 msnm (Ugent y Ochoa 2006).

### ***Tessaria integrifolia* "pájaro bobo"**

Se presenta una muestra de carbón identificada como *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo" que proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11b. Este es un arbusto silvestre de la familia Asteraceae, se caracteriza por ser un árbol de mediano porte de 5 a 9 m de altura, de copa pequeña y follaje verde gris.

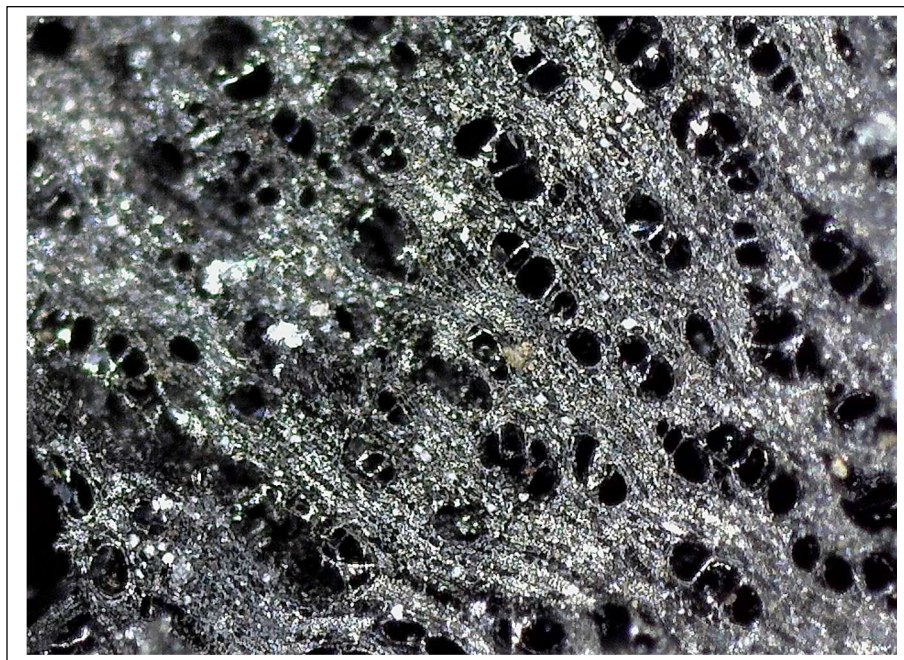


Figura 4: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”, su contexto es Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11b, captura con microscopio estereoscopio de luz simple a 50X

### **Características histológicas**

Este carbón proviene de un arbusto de madera porosa difusa, contorno de vaso solitario angular, placas de perforación simples, fosas entre vasos alternas. Formas de hoyos alternos poligonales (figura 4), hoyos de rayos vasculares con bordes distintos; similar a los hoyos entre vasos en tamaño y forma en toda la célula de los radios. Recipientes de dos clases distintas de diámetro, de madera sin porosidad anular. 5 - 20 vasos por milímetro cuadrado, fibras con hoyos simples a diminutos bordeados, fibras no septadas presentes, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial vasicéntrico, ancho de rayo 1 a 3 celdas, radios más grandes comúnmente de 4 a 10 seriados, radios con células procumbentes, cuadradas y erguidas mezcladas en todo el radio.

### **Origen, ecología y distribución geográfica**

*Tessaria* (Ruiz y Pavón, 1753) es un género de la familia Asteraceae, a veces considerado como *Pluchea*, compuesto por 17 especies propuestas. Está distribuido desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Argentina; incluidos Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Actualmente, hay sólo cinco especies aceptadas y confirmadas: *T. absinthioides* (Hook. & Arn.); *T. ambigua*; *T. dodoneifolia*; *T. fastigiata* y *T. integrifolia*.



Ruiz & Pav. *T. integrifolia* es un arbusto que crece en la ribera de los ríos de la costa y selva del Perú, entre 0 y 1500 msnm, en suelos arenosos.

### ***Salix* sp. “sauce”**

La muestra de carbón identificada como *Salix* sp. “sauce” proviene del Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11c. Es un árbol maderable silvestre de la familia Salicaceae, que se caracteriza por su fácil propagación vegetativa, vive en sitios húmedos y a menudo forma vegetación ribereña; crece hasta los 3000 msnm.

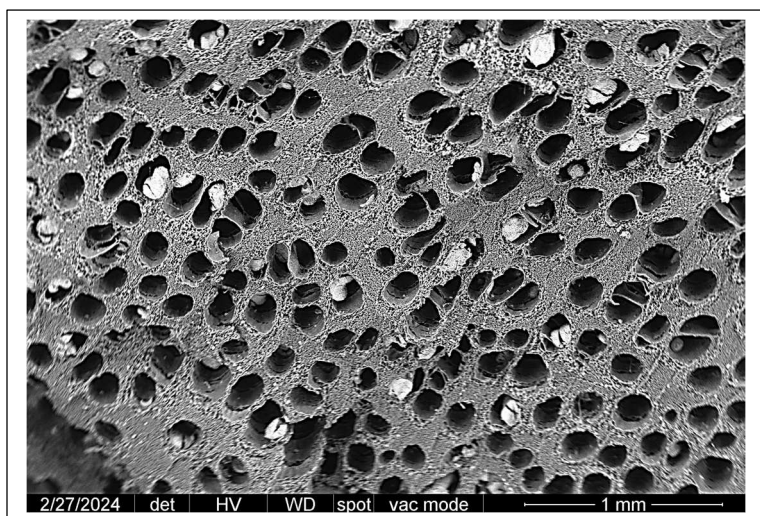


Figura 5: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificado como *Salix* sp. “sauce”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 11c. (5A), captura con microscopio electrónico de barrido, escala 1 mm

### ***Características histológicas***

Los carbones provienen de madera porosa difusa, vasos en patrón diagonal y/o radial, placas de perforación simples, fosas entre vasos alternos (figura 5). Forma de hoyos alternos poligonales, hoyos en radios vasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples: hoyos redondeados o angulares. Pozos de rayos vasculares restringidos a hileras marginales. 20 - 40 vasos por milímetro cuadrado, de 350 - 800 micras, fibras con hoyos simples o con bordes diminutos, fibras no septadas presentes, fibras de paredes muy finas, parénquima axial ausente o extremadamente raro.

### ***Origen, ecología y distribución geográfica***

Es originario del norte templado y consiste en 500 especies, de las cuales tres especies: *Salix chilensis*, *Salix humboldtiana* y *Salix martiana*, existen en el Perú. *Salix chilensis* ha sido identificada en excavaciones arqueológicas y distribuida desde

México y Belize hasta el sur de Argentina y Chile. Los especímenes peruanos han sido colectados en los valles de los ríos en los departamentos de Amazonas, Ancash, Arequipa, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Pasco, Tumbes y Ucayali, entre 0-3500 msnm.

### ***Schinus molle* “molle”**

Una muestra de carbón identificada como *Schinus molle* “molle”, se ha registrado en el contexto el Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12b. Este es un árbol maderable silvestre de la familia Anacardiaceae, es frondoso, crece hasta los 3600 msnm en el sur y hasta 2200 msnm en el norte peruano. Se le encuentra en bordes de acequias y ríos.

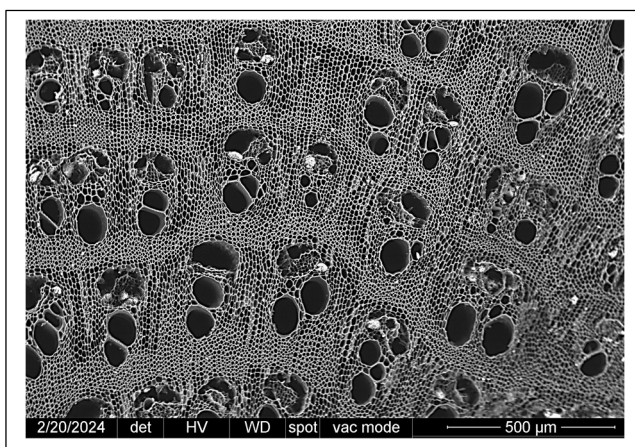


Figura 6: Corte transversal de carbón identificado como *Schinus molle* “molle”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12b, captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras.

### **Características histológicas**

El carbón proviene de un árbol de madera porosa difusa, con vasos en patrón diagonal y/o radial, placas de perforación simples. Forma de vasos alternos poligonales. Hoyos de rayos vasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples: horizontales (escalariformes, en forma de corte) a verticales (empalizada). 20 - 40 vasos por milímetro cuadrado (figura 6). Tíldes comunes. Parénquima axial ausente o extremadamente raro. Parénquima axial paratraqueal escaso.

### **Origen, ecología y distribución geográfica**

Este género consiste en 30 especies distribuidas desde México hasta Chile, de las cuales cuatro especies ocurren en Perú. Los frutos de estas especies de este género son usados variadamente para teñir, como taninos, medicina y para preparar una bebida alcohólica "chicha de molle", lo preparaban refregando los frutos maduros



suavemente entre las manos en agua caliente, hasta que el agua adquiriera sabor dulzaino, procurando no disolver el amargo de éstos, dejándolos luego fermentar.

Las dos especies principales son *S. terebenthifolius* (árbol pimienta de Brasil) y *S. molle* (árbol pimienta peruano). Esta distribuido desde Colombia y Ecuador hasta Chile. En el Perú, esta especie se ha recolectado en declives rocosos de los departamentos de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Ica, Junín, Lima, La Libertad, Moquegua, Pasco y Tacna, en altitudes desde 0-3500 msnm.

### ***Capparis* sp. “sapote”**

Se identificó un carbón de un arbusto silvestre conocido como: *Capparis* sp., el cual se ha evidenciado en el Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12c.

Este es un arbusto silvestre nativo del Perú, pertenece a la familia Capparaceae. Habita en zonas del desierto premontano tropical, crece en la costa norte del Perú hasta 2000 msnm. Sin embargo también se le encuentra en la zona nororiental de Bagua (Amazonas). Se asocia con el algarrobo con el cual forma el bosque de algarrobos.

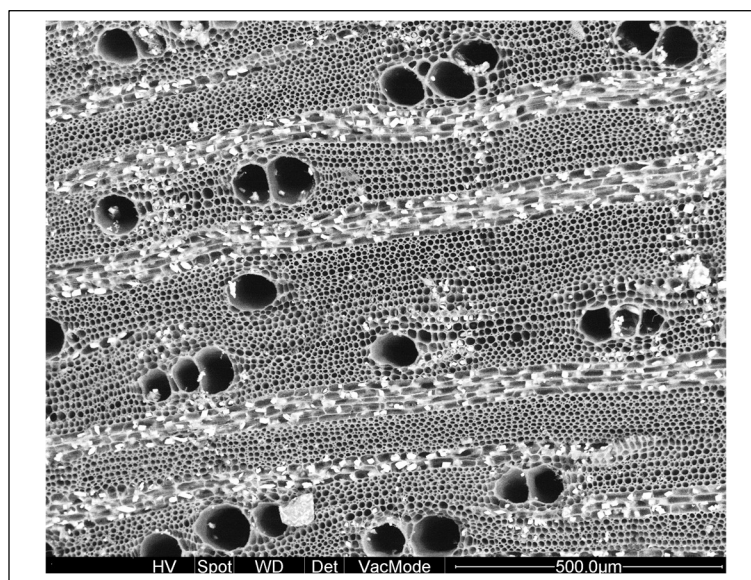


Figura 7: Corte transversal de carbón del sitio Cruz Verde, identificada como *Capparis* sp. “sapote”, su contexto corresponde al Sector A, Unidad E1 S1, Capa: CE, 12c. (7A), captura con microscopio electrónico de barrido, escala 500 micras.

### **Características histológicas**

El carbón proviene de un arbusto silvestre, de madera poroso difuso, sus vasos se presentan en patrón diagonal y/o radial, sus fibras no septadas presentan parénquima axial paratraqueal escaso, dos células por hebra de parénquima.

### **Origen, ecología y distribución geográfica**

Usualmente arbusto en zonas protegidas, en lugares desérticos o abiertos adopta una mata postrada en dunas y médanos (estabiliza); tronco con la corteza agrietada, copa amplia; hojas grandes coriáceas, alternas, lanceoladas lustrosas en el haz, con escasos pelos caducos; en el envés densamente pubescente. El fruto es bacciforme cuando tierno y luego una cápsula oblonga, carnosas con hendiduras longitudinales, densamente pubescente; semillas reniformes cubiertas por una pulpa corchosa y oleaginosa, numerosas (100).

### **Discusión**

Ecológicamente el sitio Cruz Verde está situado en la costa, adyacente a la orilla marina y según la clasificación de la ONERN (1973) su denominación es desierto premontano a premontano bajo, con una temperatura de 29°C durante el verano, cambiando el clima a 16°C para la estación de invierno, acompañado con un cielo nublado y humedad constante. Estos rasgos ecológicos son los que han proporcionado la sistematización de las comunidades florísticas que prosperan y desarrollan en estos ambientes costeros, lo que posibilita con la identificación taxonómica de los carbones analizar las evidencias de árboles maderables, tallos, ramas, arbustos, semillas de frutos y cáscaras duras de vegetales que crecieron y proliferaron en los alrededores del sitio, bosquejando el paleoambiente del período arcaico, de hace 4000 años en estos ecosistemas.

Las seis especies vegetales que se identificaron a partir de carbón, cuatro son árboles maderables silvestres, *Prosopis* sp. “algarrobo”, *Acacia* sp. “espino”, *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y dos arbustos silvestres: *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Capparis* sp. “sapote”.

Estas seis especies tienen una notable presencia desde épocas tempranas en la costa norte, sus datos arqueobotánicos señalan que existían bosques de *Prosopis* sp. “algarrobo” y que se encuentran conviviendo con *Acacia* sp. “espino” y en el ambiente desértico habita *Capparis* sp. “sapote”.

Las especies *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” permite perfilar que al frente de los bosques de *Prosopis* sp. “algarrobo” y

*Acacia* sp. “espino” se presentaba cursos de agua con la presencia de un monte ribereño donde se desarrolla los arbustos de *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”, los árboles de *Salix* sp. “sauce” y *Schinus molle* “molle”. Toda esta vegetación aún se puede apreciar en el entorno de Cruz Verde, quizás no con la misma cobertura de tiempo prehispánicos, pero sí presentes.

Estas seis especies identificadas se aprecian en la columna estratigráfica del Sector A, Unidad E1 S1 en asociación a evidencias culturales que se asocian a momentos del periodo arcaico medio, lo cual se interpretaría como un incidente ocupacional en Cruz Verde, probablemente por comunidades de pobladores.

Se piensa que al no identificarse otras especies diferentes, los pobladores prehispánicos estaban recolectando el recurso maderable en los alrededores del sitio, donde debió de existir bosques de algarrobo y espino asociado a la flora del monte ribereño.

Los estudios antracológicos realizados para los carbones extraídos de Huaca Prieta y realizados por Rey (2017), también reportan las mismas especies, por lo cual es indicativo de una fitoecología con características similares a Cruz Verde.

## Conclusiones

Son seis muestras de carbón investigadas que proceden del sitio arqueológico Cruz Verde, corresponden al periodo arcaico medio y se ha utilizado dos tipos de microscopía, microscopía electrónica de barrido y microscopía con estereoscopio de luz simple. El MEB ha proporcionado una mejor visión de la anatomía vascular de los carbones dando como resultado una confiable identificación taxonómica por su alta resolución. Los árboles maderables silvestres identificados taxonómicamente son: *Prosopis* sp. “algarrobo”, *Acacia* sp. “espino”, *Salix* sp. “sauce”, *Schinus molle* “molle” y los arbustos silvestres son: *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Capparis* sp. “sapote”.

Esta vegetación identificada ha permitido delinear la paleoecología del sitio Cruz Verde correspondiente al periodo arcaico medio, revelando una ecología similar a la actual denominada desierto premontano del valle bajo de Chicama.

Estas especies al encontrarse como evidencia de carbón suministraron combustible a partir de la recolecta de madera de los bosques de algarrobos y espinos, vegetación arbustiva del monte ribereño en los alrededores de Cruz Verde, por lo cual se propone que tenían un radio de colecta asociado a la ecología local.

## Referencias bibliográficas

- Asouti E (2017): Charcoal analysis Web. Cecilia A. Wester Wood reference collection archive.  
<http://pcwww.liv.ac.uk/~easouti/Cecilia%20A.%20Western%20Wood%20Reference%20Collection%20Notebook.html> and <http://pcwww.liv.ac.uk/~easouti/Cecilia%20A.%20Western.htm>.
- Breuil H (1903): Les fouilles dans la grotte du Mas d'Azil (Arie`ge). *Bull. arche´ol. Comite´ Trav. Historiques et Scientifiques*: 421- 436.
- Buxó R (1997): *Arqueología de las Plantas*. Editorial Crítica. España.
- Chabal L (1997): Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie. *Documents d'Archéologie Française* 63, Eds. de la Maison des Sciences de L'Home-CNRS, Paris.
- Chabal L, Fabre L, Terral JF, Théry-Parisot I (1999): L'anthracologie. *La Botanique* (A. Ferdière ed.), Errance, Paris: 43-104.
- Dulanto J (2002): Pampa Chica: Prácticas de culto a los ancestros en la Costa Central del Perú. *Gaceta Arqueológica Andina* 26:37-67.
- Eeckhout P (2004): Pachacamac y el proyecto Ychsma (1999-2003). *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos* 33(3):425-448.
- García L, De Palacios P, Guindeo A, García L, Lázaro I, González L, Rodríguez Y, García F, Bobadilla I, Camacho A (2002): *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie*. Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- Godwin H, Tansley AG (1941): Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. *Journal of Ecology* 29: 117-126.
- Grimes WF, Hyde HA. (1935): A prehistoric hearth at Radyr, Glamorgan, and its bearing on the nativity of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Britain. *Reports and Transactions* (Cardiff Naturalists' Society), 68, 46–54.
- Hastorf CA, Whitehead WT, Johannessen S (2005): Late prehistoric wood use in an andean intermontane valley. *Economic Botany*, 59(4): 337-355.
- Iawa Committee (2004): IAWA list of microscopic features for softwood identification. *IAWA Journal* 25: 1-70.
- Inside Wood (2011): En línea: <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search?>



- Johannessen S, Hastorf CA (1990): A History of Fuel Management (A.D. 500 to the Present) in the Mantaro Valley, Peru. *Journal of Ethnobiology* 10: 61–90.
- La Rosa V, Shoji K (2017): Informe final del proyecto de investigación arqueológica: Cruz Verde, valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad, Perú (Temporada de excavación 2016). Informe presentado al Ministerio de Cultura del Perú, Lima.
- La Rosa V, Shoji K (2018): Informe final del proyecto de investigación arqueológica: Cruz Verde, valle de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad, Perú (Temporada de excavación 2017). Informe presentado al Ministerio de Cultura del Perú, Lima.
- Maby CJ (1932): The identification of wood and wood charcoal fragments. *The Analyst* 57: 2–8.
- Marconetto MB (2002): Analysis of burnt building structures of the Ambato valley (Catamarca, Argentina). Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology, Paris, September 2000, S. Thiébault (ed.), pp. 267-271. *BAR International Series 1063*, Oxford, England.
- McRostie VB, Gayo EM, Santoro CM, De Pol-Holz R, Latorre C (2017): The pre-Columbian introduction and dispersal of Algarrobo (*Prosopis*, Section Algarobia) in the Atacama Desert of northern Chile. *PLoS ONE* 12(7): e0181759.
- Moutarde F (2002): *Première approche de la végétation ligneuse du Pérou précolombien: mise en place d'un référentiel anthracologique à partir de la végétation côtière péruvienne actuelle. Application archéologique: étude anthracologique du site de Pampa Chica (côte centrale, 1<sup>er</sup> millénaire BC)*. Tesis de DEA, Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne.
- Moutarde F (2005): La antracología aplicada a la arqueología peruana: un análisis de los carbones provenientes de los fogones de Pampa Chica, valle de Lurín, 700-200 AC. Cyril Giorgi (ed.). De l'Altiplano mexicain à la Patagonie. Travaux et recherches à l'Université de Paris 1. BAR 1389. Paris: *Monographs in American Archaeology* 16 : 239-246. Oxford.
- Moutarde F (2006): *L'évolution du couvert ligneux et son exploitation par l'homme dans la vallée Du Lurín (côte Centrale Du Pérou), de l'Horizon Ancien (900-100 Av. J. -C.) à l'Horizon Tardif (1460-1532 Apr. J.-C.): Approche Anthracologique*. PhD diss. Université Paris 1 Panthéon- Sorbonne.
- Moutarde F (2008): Los carbones hablan: un estudio del material antracológico de la Plataforma Uhle, Huaca de la Luna. Un acercamiento a la economía vegetal de la costa norte del Perú en la época mochica. *Arqueología mochica: nuevos enfoques:*

- 295-305. Actas del Primer Congreso Internacional de Jóvenes Investigadores de la Cultura Mochica. Lima, 4 y 5 de agosto de 2004, edited by L. J. Castillo Butters, H. Bernier, G. Lockard, and J. Rucabado Yong. Lima, Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ONERN (1973): *Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la Costa. Cuenca del río Moche*. Vol. 1, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú.
- Pasiecznik NM, Felker P, Harris PJC, Harsh LN, Cruz G, Tewari JC, Cadoret K, Maldonado LJ (2001): *The Prosopis juliflora-Prosopis pallida* Complex: A Monograph. HDRA, Coventry, UK.
- Pearsall DM (1978-1980): Apéndice: Recursos y utilización de las plantas en Pachamachay. *Revista del Museo Nacional*, Tomo XLIV: 65-68.
- Pearsall DM (1980): Pachamachay Ethnobotanical Report: Plant Utilization at a Hunting Base Camp. *Prehistoric Hunters of the High Andes*, edited by J. W. Rick, 191–231. New York: Academic Press.
- Picornell L (2009): Antracología y etnoarqueología. Perspectivas para el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas y su entorno. *Complutum* 20 (1): 133-151.
- Piqué R (2002): Paisaje y explotación de recursos forestales entre los canoeros magallánico-fueguinos. Aportación de la etnoarqueología. *América Latina, historia y sociedad: una visión interdisciplinaria*. Cinco años de Aula Oberta en la UAB, R. Piqué Huerta y M. Ventura i Oller (eds.), pp.77-94. Barcelona: Institut Català de Cooperació Iberoamericana/ Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rey I (2017): Charcoal Analysis. *Where the land meets the sea. Fourteen millennia of human history at Huaca Prieta, Peru*. Edited by Tom D.Dillehay: 631-633. University of Texas Press.
- Salisbury EJ, Jane FW (1940): Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. *Journal of Ecology* 28: 310-325.
- Scheel-Ybert R (1998): *Stabilité de l'écosystème sur le littoral sud-est du Brésil à l'Holocène supérieur (5500- 1400 ans BP). Les pêcheurs-Cueilleurs- Chasseurs et le Milieu Végétal: Apports de l'Anthracologie*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Scheel-Ybert R (2000): Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 110: 111–138.

- Shoji K (2022): La utilización de la fauna durante el período Arcaico a partir de los macro restos de Cruz Verde, costa norte del Perú. *Archaeobios* 17: 64-87.
- Solari ME (1993): *L'Homme et le bois en Patagonie et Terre de Feu au cours des six derniers millénaires: recherches anthracologiques au Chili et en Argentine*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Solari ME (2000): Antracología, modo de empleo. Entorno a Paisajes, Maderas y fogones. *Revista Austral de Ciencias Sociales* 4: 167-174.
- Strong D, Evans C (1952): Cultural Stratigraphy in the Viru Valley, Northern Peru: The Formative and Florescent Epoch. Columbia Studies. *Archaeology and Ethnology* 4. Columbia University Press, New York.
- Tardy C (1998): *Paléoincendies naturels, feux anthropiques et environnements forestiers de Guyane française du tardiglaciaire à l'holocène récent, approches chronologiques et anthracologiques*. Tesis doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.
- Tortorelli L (2009): *Maderas y bosques argentinos*. Orientación Gráfica Editora. 2da edición. Buenos Aires, Argentina.
- Towle MA (1961): *The ethnobotany of pre-Columbian Peru*. Chicago, Illinois: Viking Fund Publ. Anthropol., N° 30.
- Ugent D, Ochoa C (2006): *La etnobotánica del Perú: desde la prehistoria al presente*. CONCYTEC. Lima.
- Unger DF (1849): Pflanzen geschichtliche Bemerkungen über den Kaiserwald bei Grätz. *Botanische Zeitung* 7 (17): 313–321.
- Vernet JL (1967): Premières résultats de l'étude anatomique de charbons de bois préhistoriques de la région Méditerranéenne française. *Bulletin de l'AFEQ* 3: 211-222.
- Vernet JL (1973): Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. *Paléobiologie Continentale* IV: 1-90.
- Vernet JL (1997): L'homme et la forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours. *Collection des Hesperides*, Ed. Errance, Paris.
- Weir GH, Dering P (1986): The Lomas of Paloma, Human-Environment Relationship in a Central Peruvian Fog Oasis: Archaeobotany and Palynology. *Andean Archaeology*: 18-44. Edited by R. Matos Mendieta, Los Angeles. UCLA.

## El árbol de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la curación y la brujería de la costa norte del Perú

David Lorente Fernández

Dirección de Etnología y Antropología Social, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México  
email: david\_lorente\_fernandez@hotmail.com

### Resumen

En la investigación etnográfica realizada en el departamento de Lambayeque, en la costa norte del Perú, durante 2018 y 2019, documentamos una serie de prácticas que vinculan el árbol de algarrobo (*Prosopis pallida*) al mismo tiempo con la vida y la fertilidad, y con la brujería practicada por habitantes locales y brujos maleros. Los testimonios etnográficos y los relatos y mitos procedentes de la tradición oral explican esta ambivalencia del algarrobo indicando las dos agencias que animan el árbol: una deidad y una entidad maligna, identificadas respectivamente con Dios y con el diablo. El artículo analiza una concepción poco explorada del algarrobo poniéndola en relación con la actual cosmología y ontología lambayecanas.

**Palabras clave:** algarrobo, brujería, curanderismo, agencia, etnografía, costa norte de Perú

### The algarrobo tree (*Prosopis pallida*) in healing and witchcraft on the northern coast of Peru

#### Abstract

In ethnographic research carried out in the department of Lambayeque, on the northern coast of Peru, during 2018 and 2019, we documented a series of practices that link the algarrobo tree (*Prosopis pallida*) with both life and fertility, and with witchcraft practiced by local inhabitants and malevolent witches. Ethnographic testimonies and stories and myths from oral tradition explain this ambivalence of the algarrobo tree by indicating the two agencies that animate the tree: a deity and an evil entity, identified respectively with God and the devil. The article analyzes a little-explored conception of the algarrobo tree by putting it in relation to current Lambayeque cosmology and ontology.

**Keywords:** algarrobo, witchcraft, curanderismo, agency, ethnography, northern coast of Peru



**Figura 1.** Algarrobo “milenario” del Bosque de Pómac. Fotografía del autor



## Introducción

Cuando en 2019, atravesando el Bosque de Pómac, en Lambayeque, me detuve a examinar el tronco del algarrobo “milenario”<sup>1</sup> que, acostado, se extiende en la tierra calcinada por el sol (fig. 1), noté algo que no se apreciaba a simple vista. En una oquedad del tronco se escondía un papel. El poblador que me acompañaba retiró la telaraña y desdobló lo que constituían las instrucciones dadas al árbol de lo que debía hacer con la víctima de un ritual de brujería.

Aquello planteaba distintas cuestiones etnográficas; entre otras, que el árbol tenía agencia y se le atribuía la capacidad de escuchar peticiones y darles cumplimiento. También suscitaba preguntas relacionadas con esta agencia, la noción de poder y la subjetividad e interioridad del árbol (Gell, 1998; Santos Granero, 2009; Descola, 2012).

Existe un mito recopilado en 1938 por Barandiarán que permite acercarse a estas preguntas, pues aborda el origen del algarrobo y lo inscribe en el contexto de la cosmología lambayecana. El mito no ha sido analizado a la luz de prácticas como las que acabamos de describir. Vale la pena reproducir el relato completo y, tras analizarlo, continuar con nuestro material etnográfico.<sup>2</sup> Lleva por título “Mito del origen del mochica y el algarrobo”:

Luchaban en todas las esferas cósmicas los dos poderes eternos: los Dioses y los Demonios, el Genio del Bien y el Poder Maligno, para establecer la supremacía de sus propios derechos y rodaban por los diferentes mundos y espacios siderales, en abierta y constante rebelión.

El Bien pretendía crear al ser que lo ayudara en la obra de la evolución, al hombre, y el Mal quería impedir esta realización, que le conllevaría un enemigo declarado.

Surcando el Universo, llegaron aquellas fuerzas luchadoras a la tierra, en la cual nada existía fuera del algarrobo, que era una planta rastrera, reptante, endeble y raquítica, la cual nada era, nada significaba, ni nada producía, y a pesar de su mínima importancia una de las lianas del algarrobo se enroscó en los pies del Genio del Mal, accidente que fue aprovechado por su enemigo para dominarlo.

---

<sup>1</sup> El Bosque de Pómac es parte del extenso de bosque seco ecuatorial del departamento de Lambayeque; en él destacan los algarrobos y, entre ellos, el conocido como “milenario” debido a su tamaño y a la edad que se le atribuye (aunque se le calcula cerca de medio siglo). Es un lugar de veneración para los pobladores.

<sup>2</sup> Acerca de la metodología etnográfica seguida en la investigación, puede consultarse la introducción de la obra que dediqué a discutir distintos métodos y prácticas empleadas en la investigación antropológica (Lorente, 2021). Este artículo forma parte de una investigación más amplia realizada en distintas regiones de la costa peruana (Lorente, 2023, 2024).

Entonces y en agradecimiento, dijo el jefe de los Dioses: “Como si te hubieras adelantado a mis deseos, has contribuido a mi victoria. Tú serás desde hoy mi siervo, mi semejante y mi aliado. Para que tengas poder, tú serás el candidato elegido para ser hombre y tendrás las características de un Dios encerrado, de un Dios en potencia, de un Dios encadenado. Hombre por fuera y Dios por dentro serás, desde ahora, grande y fuerte en tu aspecto; severo y sereno en tu forma; eterno y constante en tu vida. No necesitarás sino de Mí y del Sol, para vivir, porque a nadie debes tu emancipación sino a ti mismo y a Mí”.

Y al conjuro mágico se creó el indio mochica, que salió del propio árbol del algarrobo, ya mayestático.

Pero el demonio, que no estaba muerto sino cautivo, produjo su maldición, diciendo: “Puesto que te has tornado en mi enemigo y has contribuido a mi derrota, yo, el Genio del Mal, en oposición a las virtudes que te han sido otorgadas, te concedo para siempre una parte de mí mismo. Serás mi vasallo, mi prójimo y mi aliado. Aunque seas grande y fuerte, el fuego de la pasión te convertirá en cenizas; aunque seas severo y sereno, te conmoverás cuando el viento de la adulación te roce; aunque seas eterno y constante en tu vida, pesará sobre ti el soplo del olvido y de la ingratitud, y aun cuando únicamente necesitaras del Sol para vivir y perdurar, estarás unido a la Tierra, con todos sus vicios y defectos, puesto que sólo así podrás aprovechar de aquella primicia celestial. Y ten presente que a Mí también debes tu liberación. A ti y a Mí”.

Por esto:

El algarrobo es Dios: él jamás llora;  
el algarrobo es diablo: nunca reza;  
no necesita nada en su grandeza;  
nada pide jamás, ni nada implora.

El algarrobo es Dios. Desafiante y austero, solo fuerte, nace y crece donde la aridez de la tierra nada ofrece; majestuoso y solemne se fortifica con la propia arena candente, con la arena muerta, que no produce, y realiza el milagro de vivir de la nada.

El algarrobo es Diablo. Lo demuestra así su indestructibilidad: es eterno como el Mal, y se burla del Tiempo, domina a la Tierra y se ríe de la Naturaleza.

Representado, pues, al Dios y al Diablo, Bien y Mal, Cielo e Infierno, los pares de opuestos; realizándose en él la dualidad completa, que es la Unidad absoluta, simboliza la perfección. Faltaríale, tan sólo, el sello de propia personalidad, el aporte humano. Pero el algarrobo también lo posee.

En su aspecto morfológico tiene la corteza broncea como el color del indio; el corazón rojizo del árbol representa la sangre del mochica, y sus espinas y agujones son los cabellos hirsutos del yunga. Por su interpretación intrínseca es rebelde, altivo e incorruptible. El algarrobo primero se rompe antes de doblarse y el indio muere con su secreto; el fruto del árbol es de color dorado como el de aquel Sol que los indios adoraban; su madera se petrifica en el agua, tal su constancia y así proceden los mochicas en sus costumbres ancestrales que aún subsisten; si en el árbol rebota el hacha, el mochica rechaza al castellano; vive aislado y solo como existió aquella civilización; y, como el indio, a pesar de vientos y tempestades, inundaciones y sequías, que representan la conquista y el atropello, el pillaje y la ruina, ambos, el algarrobo y el mochica subsisten iguales, venciendo al Eterno.

Duro es el corazón del árbol como es impenetrable el pensamiento del indio; el árbol no permite que a sus expensas viva planta alguna, como la civilización nombrada que no permitió extrañas influencias, y así como ella no se cansa de esperar nunca la resurrección de su antiguo poderío, tampoco el árbol se fatiga de retar al Sol y de lidiar con la arena. Y así, juntos ambos, desafiando al tiempo y a la muerte, son uno solo en esencia y un bosque es una raza, porque:

Ese árbol desafiante nunca llora,  
y aquel indio solemne nunca reza;  
si aquel nada pretende en su grandeza,  
éste nada pide jamás ni nada implora.

(Tomado de las diversas fuentes orales) (Barandiarán, 1938: 61-64).

La narración presenta al algarrobo como primer ser vivo en la Tierra. En su origen, carecía de todo valor. No obstante, en agradecimiento por ayudarlo a vencer al Genio del Mal, el Genio del Bien, identificado con el Sol, lo convierte en “semejante y aliado”. Lo dota de poder y diviniza (“tendrás las características de un Dios encerrado”), otorgándole fortaleza y vida eterna, así como autosuficiencia y autonomía, sólo dependiente del Sol. Del árbol sale el indígena mochica, habitante de la costa norte peruana. El mito explica también la naturaleza dual del árbol. El demonio o Genio del Mal le concede una parte de sí mismo: debilidades, vicios y defectos.

La conclusión del mito condensa la ontología del algarrobo: es Dios, es diablo. El árbol integra “los pares de opuestos; realizándose en él la dualidad completa”. No obstante, incorpora también al ser humano en su “aspecto morfológico”: los colores de la corteza y del corazón del árbol, y las excrecencias de las ramas, se leen en términos antropomorfos. También ciertos atributos del algarrobo se asocian con las costumbres y el carácter del indio mochica. Se dice significativamente que sus frutos son dorados como el Sol adorado por los indígenas, lo que establece una identificación que atribuye un carácter divino a las algarrobas.

Así, el mito muestra que la naturaleza –y la agencia, en el sentido de capacidad de acción e intencionalidad– del algarrobo procede de dos fuerzas o poderes distintos: del Bien y del Mal, de Dios y del diablo, teniendo cuidado de no limitar estas nociones a las categorías católicas sino de inscribirlas en el dualismo cosmológico que caracteriza a la cosmología lambayecana contemporánea y al curanderismo

norteño.<sup>3</sup> La presencia simultánea de fuerzas creadoras y destructivas es inherente a la concepción del algarrobo, que se considera animado por los principios que se oponen y “luchan” en el cosmos.

Un árbol de naturaleza originalmente vegetal e improductiva adquiere así las identidades de los personajes en cuyos actos se lo involucra; reconcilia dos agencias opuestas que se instituyen en su interioridad contemporánea: una interioridad a la vez divinizada y demoniaca, y una exterioridad a la vez humanizada pero que expresa sus agencias internas.

El mito, que hemos reproducido completo, resulta crucial para acercarse al estatus ontológico complejo que se le atribuye hoy al algarrobo entre los pobladores de la costa norte peruana; sus lógicas están presentes también en las prácticas, muchas veces de signo opuesto, en las que se lo involucra. La etnografía que obtuvimos tanto en el Bosque de Pómac como en el cerro Chaparrí y en las inmediaciones de Túcume,<sup>4</sup> donde se recurre a los algarrobos en actividades rituales, nos permite dialogar con las exégesis del mito y discutir las prácticas y testimonios contemporáneos.

¿Qué es, entonces, el algarrobo? Restringir su condición ontológica a la de una vegetal resulta problemático. El algarrobo posee una “interioridad”, un principio animador maléfico-benéfico que en ocasiones se manifiesta en el exterior. El espíritu del algarrobo “es bravo”; se asocia con el concepto de “poder” y con el concepto de “encanto”. El hecho de albergarse en el interior explica que pueda accederse a él a través de las oquedades y que en consecuencia se recurra a ellas para comunicarse con el árbol.

---

<sup>3</sup> Joralemon y Sharon consideran que la cosmología del norte peruano recurrió a los conceptos cristianos del Bien y del Mal, asimilados por la influencia evangelizadora de la Iglesia Católica, como un lenguaje para referirse a una concepción, preexistente, de fuerzas opuestas y antagónicas, que aparecen bien expresadas en la dinámica de las “mesadas” o ceremonias curanderiles. Escriben: “El dualismo *Curandero/Ganadero* [las dos secciones de la ‘mesa’ o altar del curandero] muchas veces se traduce como la oposición entre cristiano y pagano, esto es, el bien contra el mal o, para ponerlo en términos de la sociedad, orden y estabilidad versus caos y desorganización” (Joralemon y Sharon, 1993: 166). Véase en Sharon (2021) una revisión de las mesas y cosmología del curanderismo norteño.

<sup>4</sup> La investigación sobre el terreno se llevó a cabo en distintas temporadas durante 2018 y 2019. Véase nota 1.



## Salud, fertilidad y “vida” identificadas con el algarrobo

Regresando al Bosque de Pómac, mis inspecciones del grueso tronco del algarrobo que nombran “milenario” arrojó un segundo resultado. Al fondo de otra oquedad yacía un papel distinto. Decía: “Ayúdame... cura... Gracias”.<sup>5</sup> A esta solicitud terapéutica podía pertenecerle, como ofrenda, una moneda que había cerca. Pude preguntarle a un hombre que atravesaba el bosque sobre la forma de interceder ante el árbol (sin nombrar el papel de brujería), y me respondió con estas palabras: “Hay que hablarle en la mente”, y añadió: “él se comunica con lo que hace”. Esto es, el algarrobo actúa en respuesta a las peticiones que se le dirigen; entiende el lenguaje humano, y contesta actuando. Las peticiones mentales se acompañaban a menudo de papeles escritos<sup>6</sup> y de ofrendas (en el caso del papel de brujería, no fue una moneda sino una botellita de perfume lo que acompañaba en la oquedad).<sup>7</sup>

Las peticiones terapéuticas al algarrobo se efectuaban también de otras maneras. Podía recurrirse directamente a elementos asociados con el árbol. Un hombre del lugar explicó:

Es un árbol vivo, el árbol tiene vida. Te transmite la vida el algarrobo. Antes le pedían salud al árbol, por ejemplo, una persona tenía una enfermedad y no sanaba, e iba a orar por su salud, quiero sanarme —una herida que no le sanaba—, y cogían un poquito de esa tierrita y se echaban, de la tierrita de abajo del algarrobo, y a la vuelta estaba seca la herida ya. ¿Por qué? Porque esa tierra no está infectada, es limpia.

Orar remite en este testimonio a la enunciación “mental” a la que nos referimos anteriormente; las propiedades terapéuticas atribuidas al árbol se transfieren ahora a la tierra de su base. El testimonio insiste significativamente en que el algarrobo

---

<sup>5</sup> Todas las frases o párrafos entrecomillados que aparecen en el artículo y que no van seguidos de una referencia bibliográfica son testimonios de mis interlocutores que reproducen sus palabras textuales. Estos testimonios, procedentes de distintas conversaciones, a veces casuales e informales, o en los que participaron distintas personas, fueron grabados y transcritos a lo largo de mi trabajo de campo, entre 2018 y 2019, en Lambayeque.

<sup>6</sup> La práctica de dirigirle recados al árbol debía de ser considerablemente frecuente, pues el mismo hombre indicó: “El guardaparques suele pasar por aquí y saca las cartitas”.

<sup>7</sup> Según Polia (1996: 492), “para llamar la sombra se usan perfumes pagando a los espíritus de los cerros, de las lagunas. Son estos espíritus que atrapan a la sombra”. La *sombra* se identifica con el nombre de la víctima anotado en el papel. Los olores agradables seducen al “encanto” y lo instan a actuar; el algarrobo apresa y retiene así la *sombra* de la víctima señalada, enfermándola o causándole la muerte, tal como explicó un maestro curandero.

“transmite vida”. Vida implica aquí la curación de afecciones y heridas, pero el testimonio continúa:

Y le pedían para que la gente tuviera bebés, justamente ahí entra el producto, la algarrobina, porque te da mucha vitalidad, tanto para el hombre como para la mujer, como que transmitía la fertilidad, vitalidad... A la vuelta de dos tres meses, en estado la mujer. ¡Milagro, el árbol! La vitalidad de la algarrobina.

En este caso es un preparado derivado de los fruto o vainas del algarrobo lo que transmite la “vitalidad” del árbol, concretada ahora en la fertilidad. La algarrobina, el denso jarabe resultante de triturar y hervir los frutos del árbol (fig. 2), al que se le atribuye un alto contenido proteico, se considera la quintaesencia que concentra y comunica las propiedades vivificantes del algarrobo. Recordemos que el amarillo de las vainas se asocia con el amarillo del Sol, que es quien le entrega al árbol “una parte de sí mismo”, tornándolo en “un dios encerrado”. Del Sol obtiene el algarrobo el carácter de divinidad, que se concreta en sus frutos áureos. Las vainas son entonces una suerte de envolturas que albergan las “fuerzas genésicas o generativas” del árbol.<sup>8</sup> Los poderes de la algarrobina se describen englobando toda una serie de aspectos vinculados con la noción de “vida” que dispensa el árbol; según distintos testimonios, consumirla potencia la energía vital, la longevidad (“la gente vive un poco más, los moches la tomaban”), la alegría como sinónimo de salud (“se siente al tomar algarrobina, te cambia el estado de ánimo”), e incluye la prevención y el remedio de toda una serie de trastornos que atañen al cuerpo humano (“es muy buena para los bronquios y el asma, para el dolor de estómago, la diabetes, la anemia, cuando uno tiene la hemoglobina muy baja, para las enfermedades del hígado, para desinflamar los riñones; tiene muchas propiedades, y a los niños se les da en la comida como suplemento”).<sup>9</sup>

No obstante, a este efecto vivificante de la algarrobina parece subyacer algo más profundo. Como revela el mito, el hombre procede del árbol: de él nace y tiene, por tanto, ascendencia de un ser vegetal. El referente del ser humano es el algarrobo. En

---

<sup>8</sup> Recurrimos aquí al término de “envolturas generativas” que acuña Denise Arnold (2017) en su estudio sobre las nociones y procesos vinculados con la vida en los Andes meridionales.

<sup>9</sup> Los efectos terapéuticos de la algarrobina se mencionan en obras sobre farmacopea herbolaria peruana y el curanderismo norteño (Bussmann y Sharon, 2007: 294-295; Macera, 2004; Depenthal y Meitzner, 2018: 63).

consecuencia, es a él al que hay que pedirle vida y “fuerza”, pues lo gestó y alumbró. Pedirle “vida” con oraciones al árbol y el hecho de consumir la algarrobina se asimilan. Reforzar la humanidad es, desde esta perspectiva, arborizarse. Obtener la mayor cantidad de “vida” es incorporar, en la existencia humana, al árbol.



**Figura 2.** a) Inflorescencia y fruto o vaina del algarrobo (Sejuro, 1990: 54); b) Frutos del algarrobo, cuyo interior alberga una pulpa dulce y carnosa, caídos en abundancia al pie del árbol. Fotografía del autor

Pero en la ontología nortea las cualidades vivificantes del algarrobo se transfieren también al mundo animal y vegetal. Sabemos que de igual modo el algarrobo “milenario” del Bosque de Pómac “es venerado con velas y monedas con el fin de tener buena cría de ganado cabrío, [y] excelente cosecha de maíz” (Sevilla, 2015: 180). Entonces el efecto fertilizador y genésico lo esgrime a su vez el algarrobo sobre otros seres vivos dependientes del hombre, que éste se encarga de poner bajo la custodia del árbol al igual que se coloca a sí mismo. Se le pide una buena cosecha de maíz y buena cría de cabras con ofrendas como ocurría con las peticiones de

salud y fertilidad humanas. La “fuerza” del algarrobo se concibe puede dirigirse a la chacra y potenciar la producción y el rendimiento del maíz. El árbol es capaz, en este sentido, de transmitir “vida” a otros vegetales.

A los animales silvestres el árbol les proporciona vida en su acepción de cobijo, protección y sustento. Se explica que el algarrobo constituye una suerte de “casa” en la que distintas especies son susceptibles de alojarse y convivir, en lo que cabría denominar como una ontología relacional multiespecie (Kohn, 2021) presidida y animada por el árbol:

El árbol es su casa de varios animalitos, hormigas, arañas, las aves, el pájaro carpintero hace su nido ahí; en sus ramas hace la chilala su nido; el árbol a todos los animalitos les da vida ahí, de diferentes especies; todos los insectos buscan parte de su hogar dentro del árbol, y las arañas, las tarántulas, las chicharras, las abejas, las aves lo ven como su hogar, un lugar seguro para ellos, también podemos encontrar alguna ardilla, lagartijas, el chisco imitador, el ruiseñor. Ese arbolito tiene mucha vida, mucha vida natural, porque tiene mucha fuerza; es un árbol seco, es un algarrobo muy seco, y es por eso que tiene y está lleno de vida (figs. 3 y 4).



**Figura 3.** Nido de chilala u hornero del pacífico (*Furnarius cinnamomeus*) en la copa del algarrobo.  
Fotografía del autor





**Figura 4.** Piel de una ninfa de cigarra (*Cicadidae*) abandonada en el tronco del algarrobo. Fotografía del autor

El testimonio presenta al árbol como un “dador de vida”; esta vida se vincula estrechamente con las nociones de fuerza y de sequedad. Si regresamos brevemente al mito, notamos que es precisamente la aridez y la sequedad lo que revelan el estatus divino del árbol. “El algarrobo es Dios [...], nace y crece donde la aridez de la tierra nada ofrece; majestuoso y solemne se fortifica con la propia arena candente, con la arena muerta, que no produce, y realiza el milagro de vivir de la nada.” Se dice también que esta vida procede del Sol. De él es susceptible el algarrobo de transferirla a otros seres irradiándola en forma de prosperidad, salud, fertilidad, “fuerza” o a través del consumo de sus frutos, y sustentando en su tronco y ramas distintas formas de vida.

Significativamente, este Sol mediado por el algarrobo aparece también en las prácticas del curanderismo norteño. “Nosotros usamos maderas de algarrobo sobre el plexo para captar y absorber la radiación de la energía solar”, explicaba el reputado curandero Eduardo Calderón (González Viaña, 1979: 189). El algarrobo permite

transferir el efecto vivificante y salutífero del Sol al ser humano, vinculado con una noción heliogénica de “vida”. Dios, vida, Sol.

Pero el mismo curandero agregó: Siendo “receptivo”, “el algarrobo es triste”. Triste se vincula con un estado anímico-corporal distante de las cualidades que vivifican la existencia del ser humano.

### **El algarrobo “diablo”: brujería e iniciación de los maleros**

La dimensión “triste” u oscura –o demoniaca, según el mito– del algarrobo se asocia principalmente con la noche y coexiste con la agencia solar que brinda vida y prosperidad. Ya vimos que ciertas personas se servían del algarrobo como agente para infligir “daño” o solicitar la muerte de un enemigo, buscando que el árbol atrapase la *sombra* mediante la citación del nombre de la víctima y la entrega de una ofrenda movilizadora, como perfumes embriagantes. El “poder inmenso” del árbol que otorga vida y salud presenta aspectos siniestros cuando su interioridad se manifiesta de noche en forma de “encanto”, esto es, de espíritu provisto de un aspecto antropomorfo.

Antes de continuar se debe indicar que el árbol, o más precisamente, su interioridad, puede ver al ser humano desde dos perspectivas diferentes: como alguien al que otorgar “vida” en sus múltiples acepciones de salud, fertilidad, prosperidad, energía vital o longevidad, y como una presa a la que capturar y retener o “devorar”. Esta doble perspectiva del árbol responde a la “mirada” ambigua del espíritu que incorpora las dos agencias: puede mirar al hombre como una deidad, o puede mirarlo como un demonio. La mirada es susceptible de ser orientada mediante el tratamiento ritual dispensado al árbol y torna a la actuación en detonadora de uno de los dos puntos de vista (Viveiros de Castro, 2004).

En distintos lugares de Lambayeque se dice que los brujos o maleros adquieren su poder mediante un “pacto” que involucra precisamente al algarrobo. El modo de “compactarse” o lograr un “pacto” para ejercer la brujería radica en visitar la cercanía de un algarrobo a las doce de la noche, cuando aparece un “encanto” en la forma de un hombre o de una mujer atractiva, dependiendo de quién lo vea. El futuro malero deberá, se dice, mantener relaciones sexuales con este espíritu antropomorfo que

encarna la interioridad del algarrobo. Durante una conversación se transmiten conocimientos y se establece la condición subsiguiente del pacto: el neófito deberá entregarle un alma (*sombra*) al mes y a cambio adquirirá poder y la facultad de transformarse en animales para perpetrar fechorías.

Es interesante poner de relieve que este ser, asimilado con la interioridad del algarrobo, da en este caso “poderes” al ser humano para que éste pueda causar “daño”, léase, mala suerte y en especial enfermedades o la muerte de su víctima. Las personas fallecidas a causa de los “trabajos” del malero integran las *sombras* que éste debe entregar periódicamente al árbol, el cual, se dice, retiene o “devora”. De esta manera, el algarrobo se instituye en un peligroso dador de facultades para que los hombres hagan el “mal” a sus semejantes; algunos de los brujos se enriquecen obteniendo una prosperidad distinta de la que se buscaba acudiendo al árbol Dios. La entidad antropomorfa que se describe como el espíritu del algarrobo y aflora a medianoche nos recuerda el mito analizado cuando al algarrobo le indica el Genio del Mal: “te concedo para siempre una parte de mí mismo. Serás mi vasallo, mi prójimo y mi aliado”. Y del mismo modo en que lo es el algarrobo respecto al Genio del Mal, así lo será el malero con respecto al árbol.

El vínculo carnal que une al malero con la interioridad del algarrobo no debe resultar extraño dado que en el curanderismo norteño la lógica de la alianza entre especialistas rituales y entidades aliadas se manifiesta de maneras similares. Explica Polia sobre los curanderos piuranos:

El compacto consiste en una ligazón o ‘pacto’ que el curandero ajusta con la entidad espiritual o ‘poder’ (*virtud, encanto, poder*) que preside un lugar sagrado (en general uno de los lagos de la cordillera). En virtud de tal ‘pacto’ el operador mágico deriva de la (o de las) entidad(es) con la cual está *compactado* (o *casado*, en ciertas variantes), el poder [...]. Un Maestro de Aypate (Ayabaca) me declaró estar casado con las lagunas Palanganas (un grupo de varios pequeños lagos pertenecientes a las Huaríngas) y agregó: ‘los viejos maestros se casaban con una huaca que se convertía en su *huaca preferida* o *arte preferido* que usaban de preferencia’ (Polia, 1989: 82-83).

Aunque el autor se refiere al “pacto” de los curanderos, destaca la identificación entre estar “*compactado*” y “*casado*”. Las relaciones sexuales que sustentan el “pacto” del malero con la interioridad del algarrobo entran dentro de esta misma lógica de

alianza matrimonial, expresada en una terminología y unas prácticas que remiten a esta unión. Estar “casado” o mantener comercio carnal implica estar estrechamente vinculado con una entidad del mundo otro con la cual cohabita y convive y cuyos dominios frecuenta, sin asimilarse por completo, la *sombra* del especialista. Se trata de una relación delicada que implica prestaciones y un número de atenciones, y que permite obtener a cambio “poder” y el auxilio de la contraparte. En su estudio clásico, Roberte Hamayon (2011) señala que el matrimonio con un ser del mundo otro legitima al especialista y permite la obtención de recursos de ese mundo; en el contexto por ella estudiado, la alianza, que debe mantenerse en secreto, beneficia al grupo, permitiéndole obtener presas de caza. La diferencia es que el malero no actúa como intermediador comunitario, sino buscando su beneficio personal, entregando almas humanas a cambio de poder exclusivamente personal y antisocial.

El “encanto” o interioridad maligna del algarrobo mantiene una estrecha relación con el malero que debe ser reactualizada de forma permanente; el algarrobo recibe las *sombras* de las víctimas que mueren a causa de la brujería. El malero, gracias al “pacto”, podrá dirigir la agencia del árbol contra determinadas víctimas, pidiendo desgracias o infortunios para ellas. El odio, la venganza, el deseo de riqueza o poder sobre sus vecinos serán propiciados gracias al “pacto”. Pero también cabría preguntarse si, en cierta forma, el algarrobo no se sirve del malero para ejercer su agencia maligna sobre los seres humanos, manifestando la condición destructiva de su vertiente oscura.

Los pactos de los maleros involucran, en el saber popular, al “diablo”. Este hecho ha sido con frecuencia señalado en la etnografía nortea (Gillin, 1945: 128-129; Polia, 1996; Joralemon y Sharon, 1993). Los espíritus auxiliares o “compactos” del malero han asumido las semblanzas del diablo europeo. Así son concebidas las entidades asociadas con el interior de los cerros (Camino, 1992; Narváez, 2014a), y así es conceptualizada la interioridad del algarrobo. Algunos aspectos contribuyen a esta identificación: la asociación de la aparición del espíritu o encanto del árbol con la medianoche —concebida como “la hora maligna”—, la idea de relaciones sexuales mantenidas con un espíritu que cobra almas humanas a cambio de “poder” para satisfacer pasiones mundanas, la transformación en animales. El mito recogido por



Barandiarán incluía ya esta identificación entre el Genio del Mal, el poder maligno y el diablo. Pero más allá de esta demonización de las concepciones locales como fenómeno ampliamente extendido en las regiones costeñas y andinas (Fernández Juárez, 2017), los maleros hablan explícitamente del “encanto” o del espíritu que se atribuye al algarrobo, considerado al mismo tiempo “curandero” y “malero”, y descrito como un ser “bravo” de orientación moral ambivalente, dependiente del trato ritual.

Como el espíritu del algarrobo “siente”, del hacer del malero se deriva la actitud del árbol; si es ritualmente correcto, tendrá la respuesta esperada; pero si incurre en descuidos o actos irrespetuosos, desencadenará una agresión o incluso la muerte del propio malero. La hostilidad que se atribuye no sólo a los algarrobos empleados en brujería sino a la mayoría de estos árboles implica que el trato hacia ellos debe ser respetuoso. Por ejemplo, del algarrobo del Bosque de Pómac se afirma que le cortó la mano al leñador que intentó talarlo; también se dice que es capaz de enviar a los animales que alberga de manera defensiva contra el agresor: “Tiene un poder inmenso, no lo pueden ni cortar, no lo pueden talar, no lo pueden quemar, no le pueden hacer daño a este árbol, por la fuerza que tiene; porque te pica un insecto, te pica una culebra, te haces una herida cuando usas la herramienta de trabajo”. El árbol influye en la subjetividad de los seres que se hayan a su alrededor, induciéndoles a actuar conforme a sus intereses, tornándolos contra sí mismos (“te haces una herida”) o volviéndolos agresivos (“te pica un insecto, te pica una culebra”). Un hombre de Lambayeque me explicó el desencadenamiento de la agencia del árbol de manera elocuente: “Porque si lo tratas con cariño, te va a tratar con cariño, pero si lo tratas mal, te va a tratar mal”. En el caso de la brujería, las exigencias del algarrobo deben ser atendidas con exactitud, pues el árbol es muy exigente, y los errores, me dijeron, “se pagan caro”.

No cualquiera es susceptible de mantener una relación de este tipo y al malero neófito se le atribuye coraje y valentía o “sangre fuerte” que resiste al encuentro con la alteridad, así como estrategias que se basan en ofrendas, alimentos y prescripciones dirigidas a afianzar esta relación inestable y, como se dijo, la decisión de no divulgar el “pacto”.

En cuanto a los árboles, he escuchado hablar de estos particulares algarrobos asociados con el territorio que circunda el cerro La Raya o Purgatorio, en Túcume, y con el extenso bosque seco ecuatorial que, incluyendo al Bosque de Pómac, rodea el macizo del cerro Chaparrí, en el límite con la vecina Cajamarca. En Túcume (Narváez, 2014a; Millones, 2010) y Chaparrí (Lorente, 2024) se inician brujos y son cerros o lugares considerados o asociados con los maleros. Los algarrobos elegidos, como sucede con la dinámica de los “pactos”, están sujetos al secreto y es difícil lograr que los pobladores, y menos aún los involucrados, hablen al respecto. Pero se sabe que algunos árboles son visitados subrepticamente de noche y en rituales de brujería. Se trata de algarrobos antiguos, solitarios, o provistos de formas especiales, que crecen en lugares particulares (figs. 5 y 6).



**Figura 5.** Algarrobo frente a la silueta del cerro Chaparrí. Fotografía del autor



**Figura 6.** Cerro La Raya o Purgatorio, Túcume, lugar de iniciación de maleros (nótese el algarrobo a la derecha). Fotografía del autor

### **Conclusiones. El árbol de la vida y de la muerte**

Aunque es difícil situar en el tiempo el origen de esta concepción norteña del algarrobo, contamos con testimonios recogidos en las fuentes documentales que permiten inferir que no es una creación reciente. La condición soterrada de estas prácticas implica la dificultad de su registro. Hoy en día permanecen acalladas, principalmente las vinculadas con la brujería, y es lógico pensar que en el pasado debieron mantenerse ocultas, sujetas a sanciones de distintos tipos. Así lo demuestra al menos un elocuente proceso de idolatría consignado en el Archivo Arquidiocesano de Trujillo, que da pistas sobre prácticas afines a las descritas en 1771, como más adelante analizaremos.

Los algarrobos poblaron grandes regiones costeras del norte peruano en la época precolombina, como parte del bosque seco ecuatorial. Su madera se empleaba como combustible y soporte de objetos utilitarios y rituales (Ugent y Ochoa, 2006; Rosales *et al.*, 2019), mientras que con sus vainas amarillas se hacía harina, pan y una especie de mazamorra denominada *yupisin* (González De Cuenca, 1976: 151).

En Lambayeque, los grandes bosques comenzaron a desaparecer en las primeras décadas del siglo xx y, según anotan con elocuencia León y Paredes, hacia 1934 quedaban sólo, “como flores de recuerdo, y a manera de muestrario, algunos pequeños algarrobales” (1934: 196-203). La tendencia a la deforestación ha continuado debido a la tala sostenida de madera como leña y carbón (Lerner *et al.*, 2003; Depenthal y Meitzner, 2018), y en menor medida, postes para la construcción.

No obstante, aún subsisten algarrobales y el árbol constituye una especie autóctona muy estimada y tenida por elemento característico de la región. Significativamente, la etnografía revela que son árboles individuales los que atraen la atención y las actividades de los pobladores al acercarse al algarrobo con propósitos terapéuticos o de brujería.

El algarrobo se halla extraordinariamente adaptado a las condiciones desérticas de sequía y posee raíces que alcanzan profundidades de hasta 53 metros, capaces de captar humedades a las que otras plantas no llegan; a ellas se suma una alfombrilla de raíces que se extiende decenas de metros alrededor (Whaley *et al.*, 2010; Beresford-Jones, 2014). Su tronco es grueso, retorcido, de gran plasticidad al adaptarse a las condiciones locales, haciendo, junto con las raíces, de cada ejemplar particular un espécimen diferente, individuado.

Esta consideración de árboles particulares es importante en la concepción del algarrobo. Puede tratarse, por su edad o configuración —como el algarrobo “milenario” de Pómac—, de antiguos y grandes árboles, pero también de algarrobos menos llamativos que los pobladores identifican con un criterio que consideran definitorio. Suele existir un rasgo que distingue a este algarrobo de otros de los alrededores o del mismo bosque: pueden ser las cruces formadas por sus ramas o raíces,<sup>10</sup> indicio de su poder; la conformación de su tronco; la naturaleza del paraje en el que crece. La personalidad de un algarrobo puede verse también “en virtud” tomando un preparado del cactus psicotrópico San Pedro (*Trichocereus pachanoi*), como explican los maestros curanderos.

---

<sup>10</sup> “Por doquier es común encontrar capillas pequeñas en las cuales se profesan cultos a cruces encontradas en ramas o raíces de algarrobo, muchas casas tienen una o más de uso particular. Árboles en forma de cruz son objeto de culto en los caminos, se les coloca ofrendas que incluyen dinero, flores y velas, etc.” (Narváez, 2014a: 85).



De esta manera, más que poner el énfasis en los bosques, como destacan las etnografías sobre árboles de otras regiones geográficas –entre ellas Japón (Knight, 2001) o la selva amazónica (Kohn, 2021), por ejemplo, donde los bosques son objeto de conceptualización o la unidad contextual en la que se integran los árboles–, en nuestro caso es más útil poner el punto de mira en árboles específicos. Las cualidades y “poder” de los algarrobos difieren: no todos son iguales y los pobladores distinguen a unos de otros, sin subsumirlos homogéneamente en un bosque unificador.

Un aspecto importante es la autonomía vital que manifiestan estos árboles. No requieren del ser humano; viven en condiciones adversas. Es su sequedad, dureza, longevidad, resistencia y autosuficiencia lo que se valora. No se los asocia explícitamente con el agua, sino con el sol y el desierto en el que habitan. Su firmeza trasluce el espíritu “fuerte”, “bravo”, del árbol.

Es útil recurrir a un contraste. Refiriéndose al Cuzco incaico, Sherbondy analiza el vínculo entre ancestros y árboles. Es el “*Mallki*, el árbol cultivado, en contraste con el árbol silvestre, el que se presta para el simbolismo de los ancestros”; se trata de árboles que requieren de mucho riego suministrado por el hombre; los frutales simbolizan la vida fructífera: “los *mallkis*-antepasados tenían estos atributos. Sus ‘frutos’, [eran] los descendientes vivos” (Sherbondy, 2017: 184-185).

En la costa norte del Perú contemporáneo, son los árboles autónomos que subsisten en el desierto sin ser regados y en condiciones de sequedad extrema los que se valoran y ponen en relación con los ancestros. Son silvestres, la aridez los caracteriza. Comparten, sin embargo, como en el caso andino, la condición de antepasados: el mito ilustra cómo el hombre mochica surgió de un algarrobo, y cómo comparte con el árbol rasgos morfológicos y de carácter.

La “sequedad” del algarrobo forma una unidad semántica y conceptual con su dureza, su configuración o aspecto y la fortaleza que se le atribuye a su espíritu. Su “fortaleza” constitutiva se pone al mismo tiempo en relación con el Genio del Bien o divinidad solar y con el Poder Maligno cristianizado como demonio. Su espíritu adquiere la naturaleza y agencia de ambas entidades o “fuerzas”. No nos hallamos ante un ser que recibió la agencia de una entidad, sino que incorporó varias

agencias. Los poderes que luchan en el Cosmos coexisten en el árbol, pues el algarrobo condensa el dualismo de la cosmología norteña, aglutinando los dos polos: la brujería y el curanderismo. Puede, si seguimos la terminología acuñada por Descola (2012), ejercer un modo de relación basado en la protección de los seres humanos, pero también otro basado en la depredación. Lo que pone en juego la relación es el modo de acercarse al árbol, susceptible de responder a la actitud y propósito de quien se le aproxima. Su espíritu puede derivar en “bueno” o “malo” de acuerdo con cómo se lo invoque y ofrende, y de cuál sea la finalidad de quien lo haga; es la invocación la que puede ser “buena” o “mala” atendiendo a los resultados buscados: la curación o el “daño”. El vínculo es el que determina la acción del árbol, la inclinación de su espíritu en un sentido o en otro; la tendencia “moral” es un producto relacional.<sup>11</sup> El poder del árbol es ambivalente: bueno y malo a la vez, curandero y malero. Puede ser usado por el curandero y también por el malero con fines por entero opuestos.

Esto vincula al algarrobo simultáneamente con las nociones de “vida” y de “muerte”. Si acudimos a una breve comparación etnográfica con otra región, ésta muy distante, en que las concepciones de los árboles son distintas, podemos apreciar mejor las particularidades norteñas. Maurice Bloch estudia la relación entre los árboles y la noción de vida entre los zafimaniry de Madagascar. En este pueblo, los animales ejemplifican a las entidades vivas; las plantas están en “la periferia del prototipo vital” (2005: 31). La escasa vida atribuida a los árboles deriva de que las plantas son en apariencia inanimadas. Como la intencionalidad está en el centro de su concepción de la vida, y al no manifestarla éstos, siempre existe “la incertidumbre de si las plantas y los árboles están completamente vivos o no” (Bloch, 2005: 34-35).

La situación del algarrobo es diametralmente opuesta. Es considerado tanto un prototipo vital como un “dador de vida”. Interviene en la vida de otros seres y se lo concibe facultado para transferir cualidades y propiedades vitales. Da fertilidad y capacidad de multiplicación a seres humanos, plantas y animales. Se vincula con la

---

<sup>11</sup> Encontramos en un tratamiento semejante en las huacas costeras y andinas, con la diferencia de que en ellas el “poder” se concibe único, utilizable en un sentido o en otro (Bacigalupo, 2018: 44, Polia, 1996: 239), y en el caso del algarrobo es manifiestamente “curandero” y “malero” al mismo tiempo.

vida tanto en su acepción de estado como de proceso (Pitrou, 2015). Mediante peticiones o sus frutos propicia el estar vivo y la longevidad, la fortaleza, vigor y buen ánimo, pero también la capacidad de reproducción, el crecimiento en los niños, la proliferación del maíz y del ganado. El amarillo de las vainas se liga con el del sol, y éste a su vez con la vida, y las cruces de sus ramas o raíces con entidades católicas dispensadoras de prosperidad.

Pero a la vez el algarrobo se asocia con la “muerte” en tanto ciertas cualidades que se le confieren se vinculan con la enfermedad, la desgracia, el infortunio, la mala suerte o el fallecimiento de las víctimas del malero, un amplio campo conceptual que remite a la noción nortea de “daño” (Chiappe, 1969; Glass Coffin, 1992; Camino Calderón, 1958). Es un “dador de muerte” debido a que es posible solicitársela mediante peticiones y ofrendas como vimos al comienzo del artículo o recurriendo a la intercesión de un brujo “compactado” con el algarrobo. La extinción de la vida de una persona ocurre a causa de la extracción o retención de su *sombra* por el árbol, cuyo espíritu o “encanto” se asocia en ocasiones, en este contexto, con el diablo.

Finalmente, cabe mencionar que estas nociones de “vida” y de “muerte” con las que se asocia el algarrobo parecen involucrar, respectivamente, campos semántico-conceptuales ligados a la luz y a la oscuridad. La “vida” del algarrobo se vincula con el día, la luz solar, la exterioridad del árbol (incluyendo la tierra), los frutos áureos, lo visible, la configuración del tronco y las ramas. Por su parte, la “muerte” se vincula con la oscuridad, la noche, el interior del árbol, lo oculto e invisible, el espíritu o “encanto” emboscado que surge, la *sombra* del ser humano.

Como mencionábamos arriba, esta concepción etnográfica del algarrobo parece manifestar una profundidad temporal si atendemos a registros dispersos en los documentos históricos. Determinar esta profundidad requeriría de un estudio de otro tipo. Sin embargo, nos gustaría citar un interesante caso consignado en el Archivo Arquidiocesano de Trujillo, Sección Idolatrías. En el expediente número DD-1-5, de 32 folios, se recoge los “Autos criminales seguidos contra Domingo Atuncar, indio del Pueblo de Moche, Don Miguel de Cruz Chumbe Guaman, oriundo en el Pueblo de este nombre, y contra Juan Catacaos, por el delito de practicar hechicería (Moche)”, fechados el 28 de febrero de 1771.

En el documento se lee cómo un curandero diagnosticó la enfermedad de un paciente por el recurso de soplar sobre una prenda de ropa, durante la noche, junto a un algarrobo.

serca de dicho Pueblo de Guadalupe quando ya avia entrado la noche [el curandero] se aparto Junto con el declarante del camino y se llevo a un algarrobo, y sacando los calsones les dio tres soplidos y dijo que estaba mui apurado el enfermo que bolbiese brebe por el y no se dilatase en el Camino, y que para esto le hizo una untura al declarante en la cara y todo el cuerpo con un brebaje que no sabe qual fue, y le dio al mismo tiempo un pedaso de giganton para que con el foguease al enfermo, y unos polbos para que la mita le diese a veber en medio real de Concho de vino; y la otra mita a la seis de la mañana en otro medio del mismo vino untandole antes todo el cuerpo con mais prieto mascado, y que desde la primera vebida que mando fuese a las dose de la noche no durmiesen ni el enfermo ni el declarante; que le dijo asimismo, que corrian riesgo asi el declarante como el que curaba, [...] que con esto se bolbio el declarante a el Pueblo de Guaman le dijo a Don Miguel todo lo que lleba espresado, y se hizo lo que mando el dicho curandero (f.2v, f.3r) (Expediente reproducido en Larco, 2008: 105-144).

En otra parte del documento se aprecia la insistencia en preguntar al acusado si el enfermo “estaba maleficiado”, y un detalle importante: que el curandero “se llegó a *su* algarrobo” (f.22v).

Se concluye que el curandero utilizó el árbol tanto para realizar el diagnóstico como para prescribir el remedio de lo que se insinúa fue un caso de brujería (pues “corrian riesgo asi el declarante como el que curaba”). Fue el curandero quien se refirió al árbol, vuelto a preguntar por el tribunal, como “*su* algarrobo”, sugiriendo, tal vez, un nexo sostenido con el árbol y ligado a su especialización.

Sin duda, las prácticas que vinculan estrechamente a estos árboles con el curanderismo y con la brujería tienen una presencia dilatada en el tiempo que comprende una amplia región de la costa norte peruana; nutriéndose de distintas tradiciones y en constante proceso de reelaboración, estas prácticas nos advierten de que la identificación del algarrobo con la categoría simple de “árbol” no hace, en distintos contextos, sino ocultar su verdadera identidad.

### Referencias bibliográficas

Arnold D (2017): Hacia una antropología de la vida en los Andes. En *El desarrollo y lo sagrado. Resignificaciones, interpretaciones y propuestas en la cosmo-praxis*,



- editado por Heydi Tatiana Galarza. ISEAT, Universidad PIEB y Brot für die Welt, La Paz: 11-40.
- Bacigalupo AM (2018): La política subversiva en los lugares 'sentientes': cambio climático, ética colectiva y justicia ambiental en el norte de Perú. *Scripta Ethnologica* 40: 9-38.
- Barandiarán ADL (1938): *Mitos, leyendas y tradiciones lambayecanas. Contribución al folclore peruano*. Club de Autores y Lectores, Lima.
- Barandiarán ADL, Paredes R (1934): *A golpe de arpa: Folk-Lore lambayecano de humorismo y costumbres*. Lima.
- Beresford-Jones D (2014 [2011]): *Los bosques desaparecidos de la antigua Nasca*. Antares Cultura y Desarrollo, Lima.
- Bloch M (2005): Why trees, too, are good to think with: toward an anthropology of the meaning of life. En *Essays on Cultural Transmission*, Maurice Bloch. London School of Economics Monographs on Social Anthropology, Berg, Oxford, New York: 21-38.
- Bussmann RW, Sharon D (2007): *Plantas de los cuatro vientos. Flora mágica y medicinal del Perú / Plants of the Four Winds. The Magic and Medicinal Flora of Peru*. Editorial Graficart, Trujillo.
- Camino L (1992): *Cerros, plantas y lagunas poderosas. La medicina al norte del Perú*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Lima.
- Camino Calderón C (1958 [1942]): *El Daño*. Editora Latinoamericana, Lima.
- Chiappe M (1969): El síndrome cultural del 'daño' y su tratamiento curanderil. En *Psiquiatría Peruana*, editado por Óscar Valdivia y Alberto Péndola. Amauta, Lima: 330-337.
- Depenthal J, Meitzner LS (2018): Community Use and Knowledge of Algarrobo (*Prosopis pallida*) and Implications for Peruvian Dry Forest Conservation. *Revista de Ciencias Ambientales / Tropical Journal of Environmental Sciences* 52(1): 49-70.
- Descola P (2012 [2005]): *Más allá de naturaleza y cultura*. Buenos Aires, Amorrortu.
- Fernández Juárez G (2017): *Brujería y aquelarres en el mundo hispánico. Una antropología de contrastes*. Abya-Yala, Quito.
- Gell A (1998): *Art and Agency. An Anthropological Theory*. Clarendon Press, Oxford.
- Gillin JP (1945): *Moche. A Peruvian coastal community*. Smithsonian Institution, Institute of Social Anthropology, Washington, D. C.

- Glass Coffin B (1992): Discourse, *Daño*, and Healing in North Coastal Peru. En *Anthropological Approaches to the Study of Ethnomedicine*, editado por Mark Nichter. Gordon and Breach Science, Montreux, Switzerland: 33-56.
- González De Cuenca G (1976 [1566]): Ordenanzas de los indios. *Historia y Cultura* 9: 126-154.
- González Viaña E (1979): *¡Habla, Sampedro: llama a los brujos!* Argos Vergara, Barcelona.
- Hamayon R (2011): El sentido de la 'alianza' religiosa. 'Marido' de espíritu, 'mujer' de Dios. En *Chamanismos de ayer y hoy*, Roberte Hamayon. Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, México: 61-87.
- Joralemon D, Sharon D (1993): *Sorcery and Shamanism. Curanderos and Clients in Northern Peru*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Knight J (2001 [1996]): Cuando los árboles se vuelven salvajes. La desocialización de los bosques de las montañas japonesas. En *Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas*, coordinado por Philippe Descola y Gísli Pálsson. Siglo XXI, México: 255-276.
- Kohn E (2021 [2013]): *Cómo piensan los bosques: hacia una antropología más allá de lo humano*. Abya Yala, Quito.
- Larco L (2008): *Más allá de los encantos. Documentos históricos y etnografía contemporánea sobre extirpación de idolatrías en Trujillo (siglos XVIII-XX)*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Instituto Francés de Estudios Andinos, Lima.
- Lerner Martínez T, Ceroni Stuva A, González Romo CE (2003): Etnobotánica de la comunidad campesina 'Santa Catalina de Chongoyape' en el bosque seco del Área de Conservación Privada Chaparrí - Lambayeque. *Ecología Aplicada* 2(1): 14-20.
- Lorente Fernández D (2021): Introducción. La etnografía como método y como teoría: epistemología, rupturas, posibilidades. En *Etnografía y trabajo de campo. Teorías y prácticas en la investigación antropológica*, coordinado por David Lorente Fernández. Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, Université de Paris, Ediciones del Lirio, México: 17-118.
- Lorente Fernández D (2023): La palmera de las siete cabezas. Brujas, mitología y un ser vegetal-animal (Cachiche, Ica). *Boletín de Lima* 211(45): 85-92.

- Lorente Fernández D (2024): Curandero solar y brujo malero. Ambivalencias del cerro Chaparrí en la mitología de la costa norte peruana. *Memoria Americana* 32 (1): 75-99.
- Macera Urquiza J (2004): *El curanderismo en las comunidades de Mórrope y Salas*. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Seminario de Historia Rural Andina, Lima.
- Millones L (2010): *Voces del limbo y del infierno en territorio andino*. Editora de Gobierno del Estado de Veracruz, México.
- Narváez Vargas A (2014a): *Los diablos de la Virgen. Valle de las Pirámides, Túcume, Perú*. Ediciones del Museo de Sitio Túcume, Ministerio de Cultura del Perú, Chiclayo.
- Narváez Vargas A (2014b): *Dioses, encantos y gentiles. Introducción al estudio de la tradición oral lambayecana*. Ediciones del Museo de Sitio Túcume, Ministerio de Cultura del Perú, Chiclayo.
- Pitrou P (2015): Life as a process of making in the Mixe Highlands (Oaxaca, Mexico): Towards a 'general pragmatics' of life. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 21 (1): 86-105.
- Polia M (1996): *"Despierta, remedio, cuenta...": adivinos y médicos del Ande*, 2 Tomos. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Polia M (1989): *Las lagunas de los encantos. Medicina tradicional andina del Perú septentrional*. Central Peruana de Servicios, Lima.
- Rosales TE, Gamarra NV, Gayoso HL (2019): Análisis arqueométricos de las estatuillas de madera del conjunto amurallado Utzh An (expalacio Gran Chimú) del complejo arqueológico Chan Chan, costa norte del Perú. *Archaeobios* 13(1): 5-22.
- Ugent D, Ochoa C (2006): *La etnobotánica del Perú. Desde la Prehistoria al presente*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, Lima.
- Santos-Granero F (2009): Introduction. En *The Occult Life of Things: Native Amazonian Theories of Materiality and Personhood*, editado por Fernando Santos-Granero. The University of Arizona Press, Tucson: 1-29.
- Sharon D (2021): Mesas y cosmologías andinas. *Ethnobotany Research & Applications* 21(13): 1-43.
- Sherbondy JE (2017 [1986]): *Mallki: Ancestros y cultivos de árboles en los Andes*. En *Agua, Riego y árboles: Ancestros y poder en el Cuzco de los Incas*, Jeanette Sherbondy. Sociedad Geográfica de Lima, Lima: 177-215.

- Sejuro Nanetti O (1990 [1988]): *Plantas medicinales utilizadas por los curanderos de Nasca. Registro gráfico botánico*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima.
- Sevilla Exebio JC (2015): La religiosidad popular en Lambayeque. En *Herencia muchik en el Bosque de Pómac*, editado por Antonio Aimi y Emilia Perassi. Ledizioni, Lima: 171-193.
- Viveiros de Castro E (2004): Perspectivismo y multinaturalismo en la América indígena. En *Tierra adentro*, editado por Alejandro Surrallés y Pedro Hierro. International Work Group for Indigenous Affairs (IWGIA), Copenhagen: 37-83.
- Whaley O, Beresford-Jones D, Milliken W, Orellana A, Smyk A, Leguía J (2010): An Ecosystem Approach to Restoration and Sustainable Management of Dry Forest in Southern Peru. *Kew Bulletin* 65(4): 613-641.





**ARTÍCULOS DE  
REVISIÓN**



## Relevance of mobile genetic elements (MGE) on biology and evolution: from first hominids to modern humans – Review

Gabriel Dorado <sup>1</sup>, Fernando Luque <sup>2</sup>, Francisco José Esteban <sup>3</sup>, Plácido Pascual <sup>4</sup>, Inmaculada Jiménez <sup>5</sup>, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete <sup>6</sup>, Patricia Raya <sup>7</sup>, Teresa E. Rosales <sup>8</sup>, Víctor F. Vásquez <sup>9</sup>, Pilar Hernández <sup>10</sup>

<sup>1</sup> Author for correspondence, Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: <bb1dopeg@uco.es>; <sup>2</sup> Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; <sup>3</sup> Servicio de Informática, Edificio Ramón y Cajal, Campus Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; <sup>4</sup> Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 14004 Córdoba; <sup>5</sup> IES Puertas del Campo, Avda. San Juan de Dios 1, 51001 Ceuta; <sup>6</sup> EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (Córdoba); <sup>7</sup> Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; <sup>8</sup> Laboratorio de Arqueobiología, Avda. Juan Pablo II s/n, Universidad Nacional de Trujillo, 13011 Trujillo (Peru); <sup>9</sup> Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas Arqueobios, C/. Martínez de Compañón 430-Bajo 100, Urbanización San Andrés, 13008 Trujillo (Peru); <sup>10</sup> Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba.

### ABSTRACT

The more we discover about ancient biology, the more fascinated we are. An example of that is what made us human. Besides the three previously reviewed surprises (*NOTCH2NL* genes, spurious transcription and nucleic-acid methylation), mobile genetic elements (MGE) were also involved in the evolution from first hominids to modern humans. The most relevant MGE are transposable elements (TE) or transposons. They are parasites that can cause pathologies and even death, so we fight them. But that is a difficult task, since they hide inside our genome, becoming part of us. Surprisingly, some of them become beneficial eventually. That way, the placenta was generated and our immune system was enhanced. Even more relevant is their implication in making us human. Yet, their deregulation may be involved in diseases, including neurodegenerative ones and cancer. They are so powerful that are being used to build a genome engineering toolbox in applied biology, which should allow to treat diseases like cancer.

Key words: Retrotransposons, retroviruses, addictions, stress, diet, epigenetics, adaptation, evolution.

### RESUMEN

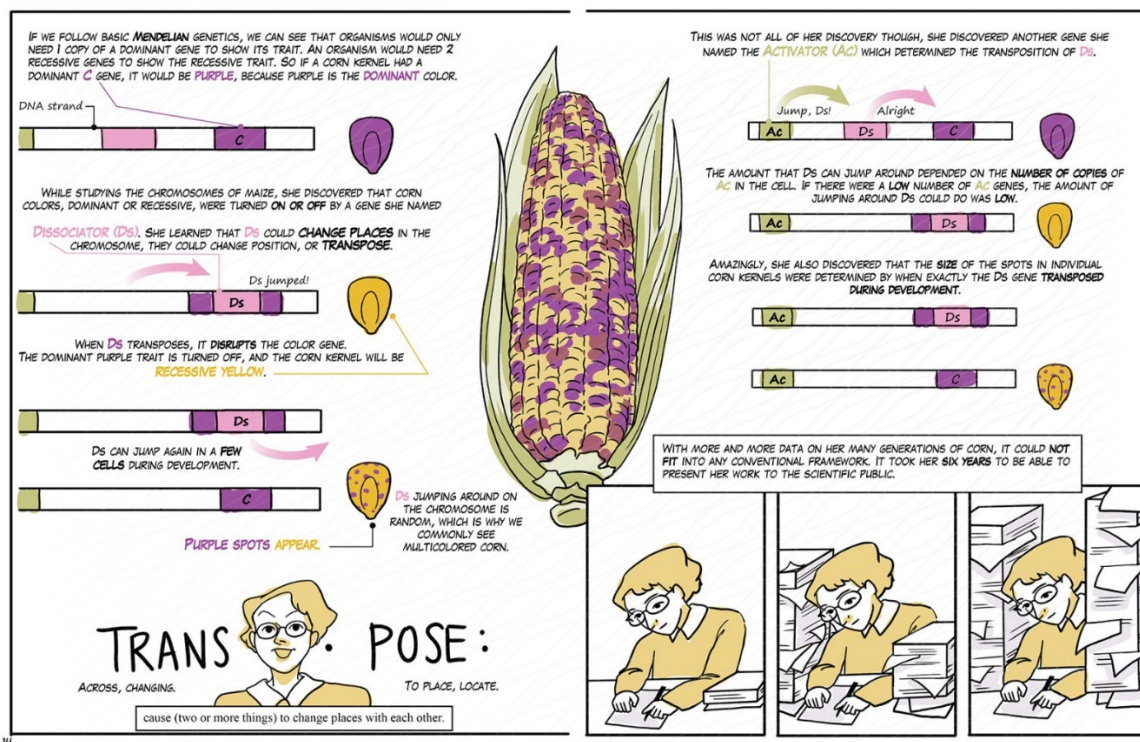
Cuanto más descubrimos sobre la biología antigua, más nos fascina. Un ejemplo de ello es lo que nos hizo humanos. Además de las tres sorpresas reseñadas anteriormente (genes *NOTCH2NL*, transcripción espuria y metilación de ácidos nucleicos), los elementos genéticos móviles (EGM) también intervinieron en la evolución desde los primeros homínidos hasta los humanos modernos. Los EGM más relevantes son los elementos transponibles (ET) o transposones. Son parásitos que pueden causar patologías e incluso la muerte, por lo que luchamos contra ellos. Pero es una tarea difícil, ya que se esconden dentro de nuestro genoma, formando parte de nosotros. Sorprendentemente, algunos de ellos acaban siendo beneficiosos. Así se generó la placenta y se mejoró nuestro sistema inmunitario. Aún más relevante es su implicación en hacernos humanos. Sin embargo, su desregulación puede estar implicada en enfermedades, incluidas las neurodegenerativas y el cáncer. Son tan potentes que se están utilizando para construir una caja de herramientas de ingeniería genómica en biología aplicada, que debería permitir tratar enfermedades como el cáncer.

Palabras clave: Retrotransposones retrovirus adicciones estrés dieta epigenética adaptación evolución.

## 1. Introduction

Human evolution is a fascinating topic. It was exciting when archaeology was considered a social discipline. And it is even more provocative now that it is also a science topic. That has been accomplished thanks to the marriage between classical archaeology and modern molecular biology, as we have previously described (Dorado et al, 2007-2023). Such interaction has allowed to decipher previously intractable topics (Dorado et al, 2007). One of them is the molecular basis of the transition from first hominids to modern humans. In other words, what made us human. Interestingly, and perhaps as expected, there was not a single biological factor, but several, involved in such formidable evolution. They include the ones that we have previously reviewed as: i) duplication, repair and conversion of Notch Homolog 2 (*NOTCH2*) genes into Notch Homolog 2 N-terminal-Like (*NOTCH2NL*) ones (Dorado et al, 2018); ii) pervasive or spurious transcription into non-coding RNA, that later on acquired functionality (Dorado et al, 2020); and iii) nucleic-acid methylation (Dorado et al, 2022). Likewise, iv) mobile genetic elements (MGE), as reviewed in this work. Among other changes, they generated an increase in brain volume in general, and its cortex in particular, allowing the development of human-specific features that set us apart from other (irrational) animals.

Mobile genetic elements include different types, like transposable elements (TE) or transposons. They were discovered by Barbara McClintock in maize (*Zea mays*) in 1948 (Fig. 1). They are extremely abundant in eukaryotes, mainly in animals and plants. Thus, retrotransposons account for 45% to 48% of mammalian genomes, as well as 48% to 85% of plant genomes. As a consequence, they increase the intrinsic background “noise” of eukaryotic genomes (Palazzo and Koonin, 2020). Additionally, MGE carry out significant genetic horizontal transfers in the gut microbiome (Sheahan et al, 2024). That can be accomplished by conjugation or phage transduction. Such genetic interchanges may have opposite consequences: i) enhance our health with new metabolic capabilities; or ii) cause negative effects. Significant examples of them are bile-salt detoxification by commensal microbes, as well as antibiotic resistance of pathogenic ones, respectively (Jiang et al, 2019).



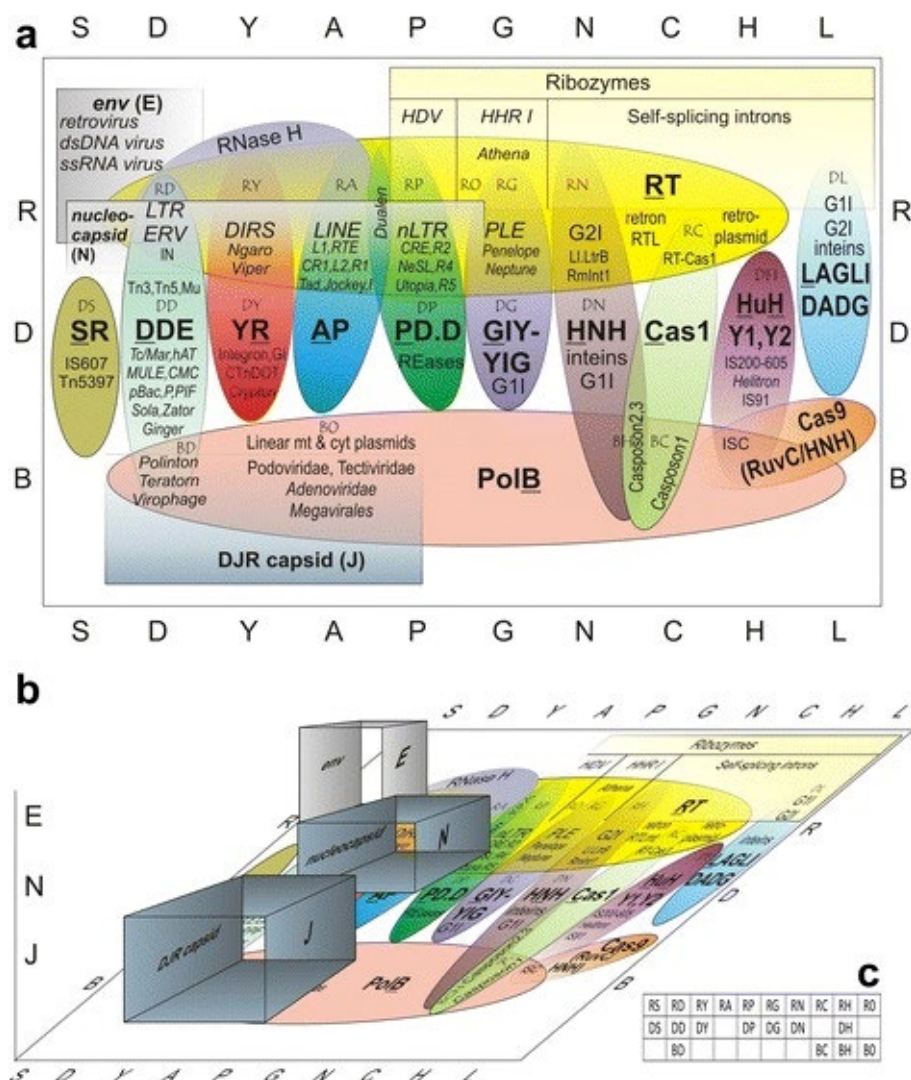
**Figure 1. Discovery of transposons.** Genetic mobile elements were discovered by Barbara McClintock in maize. © 2020 Association of Medical Illustrators. The Life of Barbara McClintock and Her Jumping Gene <<https://meetingarchive.ami.org/2020/project/the-life-of-barbara-mcclintock-and-her-jumping-gene>>.

## 2. Classification of mobile genetic elements

Ancestral mobile genetic elements have generated an amazing variety. They include plasmids, transposons, Clustered Regularly-Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR; Dorado et al, 2017), Genomic Islands (GEI or GI), integrons, introns, Insertion Sequences (IS) with introns (IStons), viral agents and inteins. The most relevant are transposable elements. They are extremely diverse, due to their high mutation rate, abundance and different replication mechanisms. Besides, there are hybrid TE, which can be complex. TE are classified taking into account their transposition mechanisms, sequence similarities and structural relationships. There are two main classes based on the nature of its nucleic acid: Class 1 (retrotransposons, which transpose via an RNA intermediate) and Class 2 (DNA transposons). Interestingly, bacterial TE are mainly IS, corresponding to class 2, Both phylogenetic and bioinformatics tools have been used to classify and display them in 2D and 3D graphs (Wicker et al, 2007; Arkhipova, 2017, Pappalardo et al, 2021; Camargo et al,



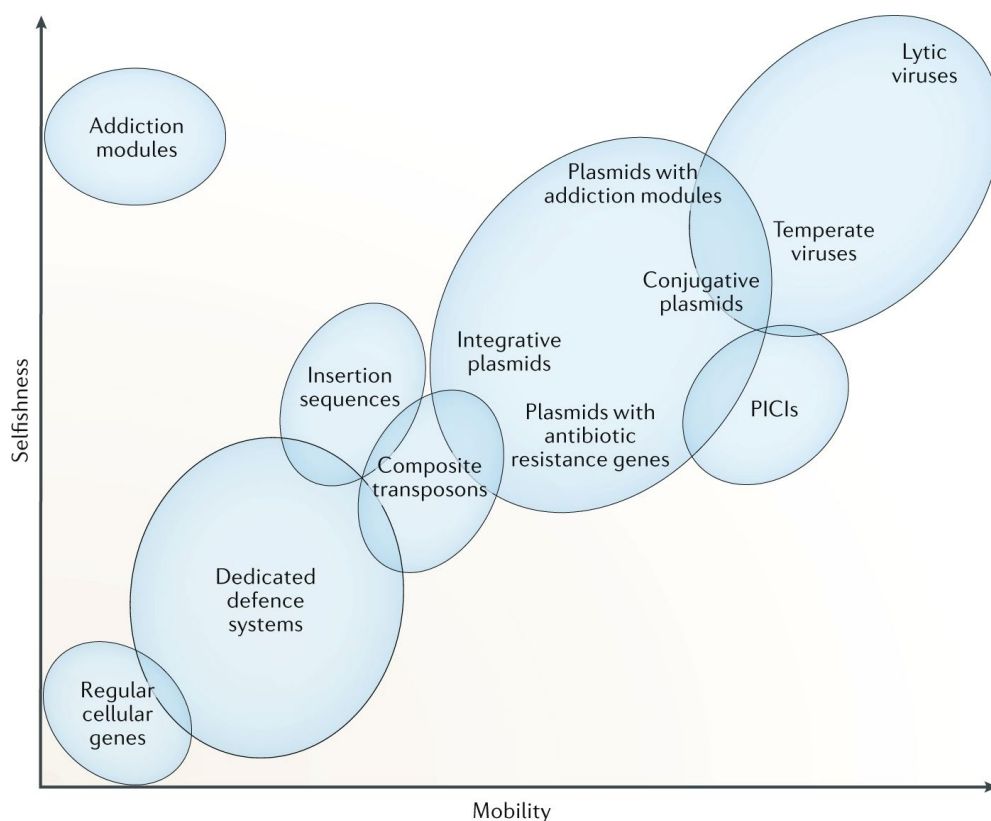
2024), as shown below (Fig. 2). Databases of repetitive DNA have also been published, like Repbase <<https://www.girinst.org/repbase>> (Kapitonov and Jurka (2008)).



**Figure 2. Transposable elements.** 2D (**a and c**) and 3D (**b**) representations of TE. Such classification is based on their replication, integration and structural components. © The author, in BioMed Central (Arkhipova, 2017).

### 3. Mobile genetic elements arise as parasites: arms race with hosts

Mobile genetic elements originally arose as molecular parasites, eliciting defense mechanisms from hosts. That can be graphically represented, taking into account mobility and selfishness (Koonin et al, 2020), as shown below (Fig. 3).



**Figure 3. Mobile genetic elements and defense systems.** The diagram shows the inextricable and interesting connection between MGE and host anti-MGE systems. © 2020 Springer Nature Switzerland (Koonin et al, 2020).

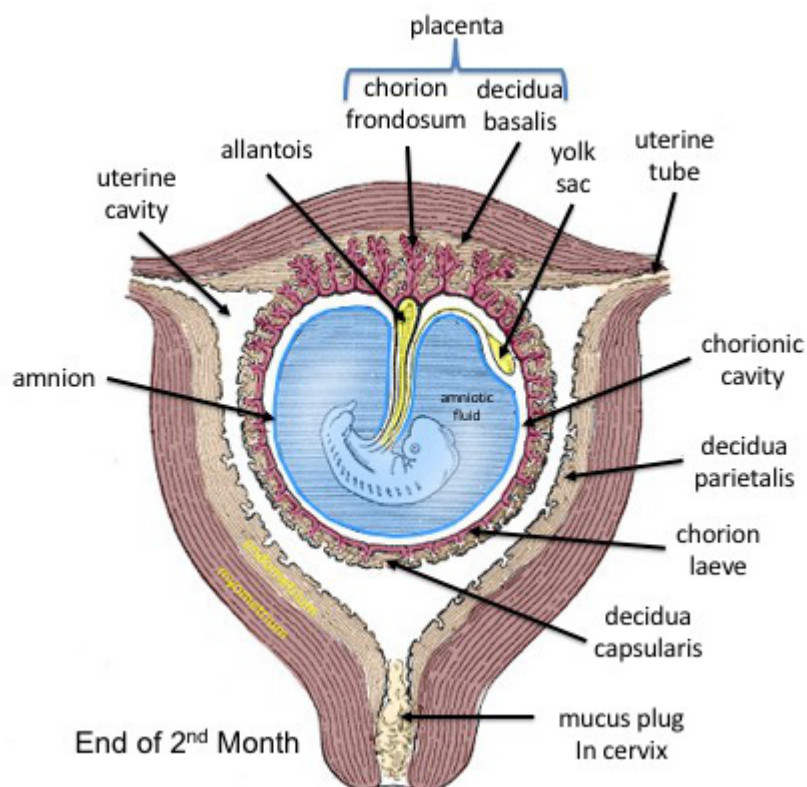
Indeed, the human genome contains remnants of ancient retroviruses, proof of the war that we fought (and continue to fight) against them. As an interesting example, it has been found that some ancient retroviral infections are responsible for pathogenic burdens linked to addictions. It is thought that only one of them is still replicating: HERV-K HML2 (HK2), showing different variants in different humans. The rationale explaining such effect is that one of such variants is integrated near a gene related to brain dopaminergic activity. Curiously, such variant is more frequent in drug addicts, being associated with such addictions (Karamitros et al, 2018). Likewise, MGE can produce mutations and may be involved in pathologies like cancer, autoimmune disorders and infectious diseases (Ferrari et al, 2021).

#### 4. Some mobile genetic elements may have positive effects eventually

Some parasites are strict and always remain like that. Yet, that is not the best evolutionary approach. Indeed, lethal or too-aggressive parasites may kill hosts, which

may eventually lead to the parasite extinction. That is why such behavior may evolve into less-aggressive or non-lethal parasitism; with the possibility to further evolving even into symbiosis. That represents an Evolutionarily Stable Strategy (ESS), as previously described (Smith, 1972). Indeed, some MGE evolve that way, contributing to reshape genomes and the evolution of their hosts. This way, they may generate useful features and capabilities for the latter.

In these scenarios, it is interesting to note that mammals are classified as: i) monotremes (echidnas and platypus), which lay eggs; ii) marsupials (like kangaroos); and iii) placentals (like humans), which have developed placenta. That has significant implications. In the absence of placenta, the embryo must be protected with an eggshell. Otherwise, it would be destroyed by the immune system of the mother, since its proteins would be recognized as being from a different organism, much as happens with infections. But in such situation, the embryo growth is limited by the nutrients inside such container. Species laying eggs can be nidicolous (remaining in the nest to complete development) or nidifugous (leaving the nest shortly after hatching). A further evolution in mammals involves giving birth to offsprings at a very early stage of development. In such a case, they must attach to a teat (which in some species is inside a pouch called marsupium) to nourish from its milk. A much more elaborated system in mammals is the development of the placenta (Fig. 4).



**Figure 4. Human placenta.** Fetus at week eight of development, showing the placenta and other structures from the embryo and mother. © 2019 Dennis M DePace, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> and Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

The placenta attaches to the uterus of the mother, protecting the embryo. That way, it can remain inside and nourish from the mother for a much longer period. That allows to give birth much more developed offsprings, increasing their survival odds. Indeed, the placenta is a tissue like no other, working as an amazing gatekeeper. Thus, it must: i) protect the embryo from the immune system of the mother (that otherwise would kill it); ii) allow oxygen, antibodies and nutrients from the mother to pass through; and iii) allow carbon dioxide and waste from the embryo to get out. That may seem impossible, but surprisingly enough, such feat was accomplished by an infection of an ancient retrovirus.

Retroviruses have genomes made of RNA, which encode reverse transcriptase or retrotranscriptase enzymes. After invading the host cell, such enzymes retrotranscribe the virus RNA into DNA. Then, they use integrase enzymes to integrate into the genome (DNA) of the host cell. The virus is then considered a provirus, being

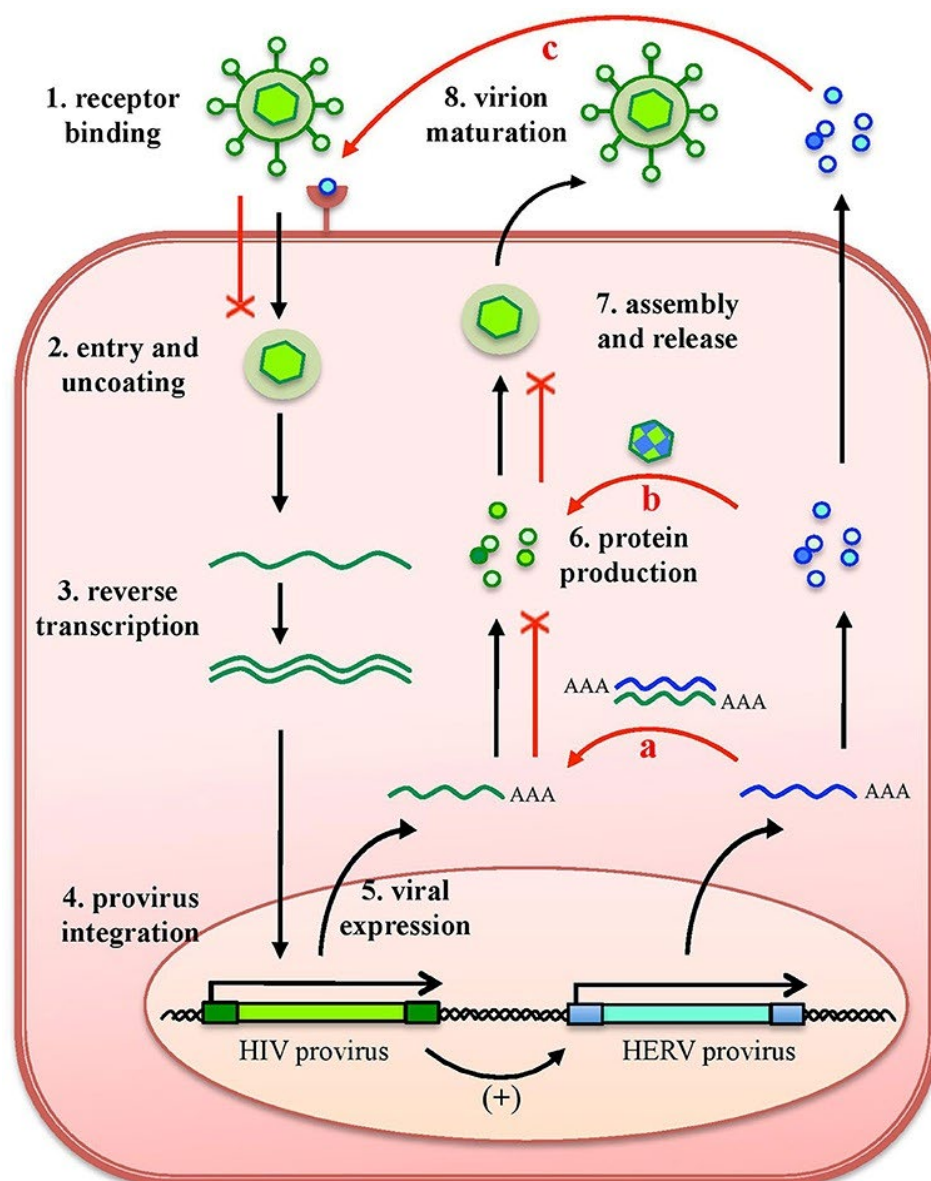


camouflaged as part of the host genome. One of such viruses is the human immunodeficiency virus (HIV).

And now is when the story of the origin of the mammalian placenta becomes surprising. One of such viruses infected an egg-laying vertebrate female ~200 million years ago. By chance, such virus infected an egg cell, which luckily was fertilized by a spermatozoon. Therefore, the offspring generated had copies of such virus in all its cells. Fortunately, such infection did not kill the offspring or the mother then.

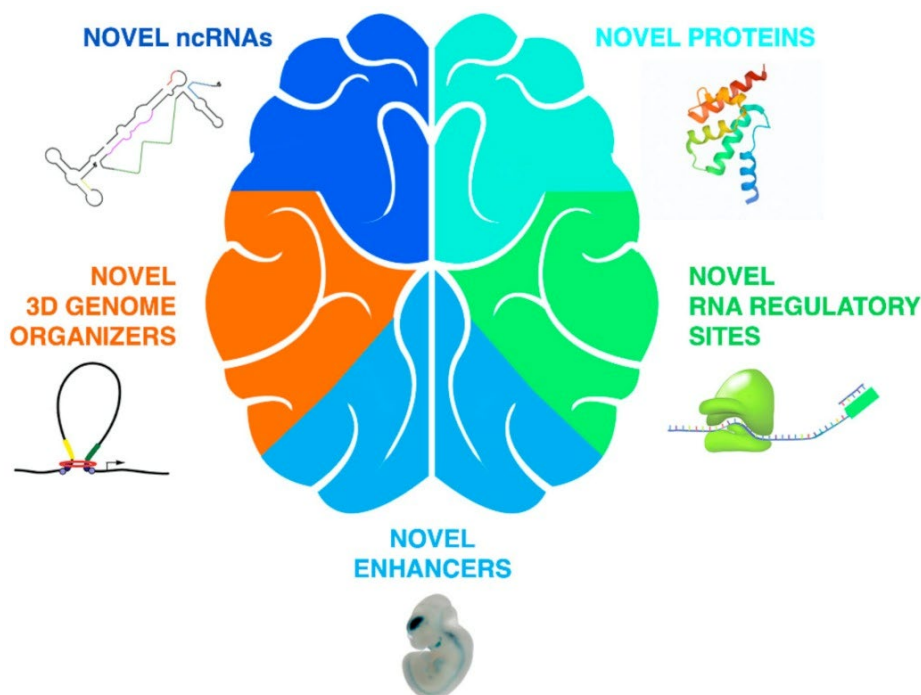
A this point, it is interesting to note that viruses usually fuse with molecules to infect cells. In this fascinating story, the virus produced a protein (syncytin) that allowed the embryo to fuse cells, generating a syncytium or symplasm. It mediates the placental cytotrophoblast fusion, and thus allows the placental morphogenesis. Thus, the fetus makes a sac filled with amniotic fluid, which becomes thick on one side (the placenta) and attaches to the womb. The outermost layer of the placenta is a layer of cells that have fused together, as previously described, forming a special housekeeper wall that prevents the blood streams of mother and offspring to mix (syncytiotrophoblast), being in contact with the uterus. That is a remarkable accomplishment, since the placenta can do what no other tissue is capable: i) connects the mother with the offspring for some functions required for the fetus growth; but at the same time ii) keeps them as two independent and separate immune systems, so that they do not destroy each other (Mi et al, 2000, Mitra, 2020).

Additionally, MGE may also enhanced the immune system of their hosts, as shown in the example below for protection against HIV infections (Fig. 5). That involves: a) expression of human Endogenous-RetroViruses (hERV) mRNA, which can hybridize with HIV RNA. Such double-stranded RNA (dsRNA) cannot be translated into proteins. Besides, they are identified as pathogen-associated molecular patterns (PAMP), triggering cellular defenses; b) interaction of hERV proteins with the ones of HIV, interfering their assembly and release; and c) binding of hERV proteins to HIV cellular receptors, preventing external HIV binding and entry. Interestingly, HIV infections can trigger hERV upregulation, further maintaining and enhancing such protective effects of the host immune system (Grandi and Tramontano, 2018).



**Figure 5. Enhancements of immune system by ancient human endogenous-retroviruses.** The protective effects of hERV (red lines) are shown by the impairment of HIV infection. **a)** generation of dsRNA; **b)** interaction with HIV proteins; and **c)** binding to HIV cellular receptors. © The authors, in *Frontiers Media* (Grandi and Tramontano, 2018).

Most significantly, MGE participated in the development of the mammalian nervous system in general, and primate brain in particular (Fig. 6), contributing to making us humans. That includes: i) non-coding RNA derived from TE; ii) proteins generated from retrotransposons; iii) RNA-regulatory sites produced by exonization of TE, modulating mRNA stability and translation; iv) enhancers originating from RE, providing Tissue Factor (TF) binding sites, further modifying transcription of brain genes; and v) 3D genome organizers, modulating expression of brain-specific genes (Ferrari et al, 2021).



**Figure 6. Retrotransposon involvement in brain evolution.** Five types of regulatory element (RE) exaptation are shown (clockwise, from top left side): i) non-coding RNA generated from TE; ii) retrotransposon proteins; iii) exonization of TE, generating RNA-regulatory sites; iv) enhancers produced from RE; and v) 3D genome organizers. © The authors, in MDPI (Ferrari et al, 2021).

## 5. Concluding remarks and future prospects

MGE are involved in transcriptional and posttranscriptional control of gene expression, including chromatin organization. Thus, they modulate genome dynamics, interaction with the environment, adaptation and evolution. Not surprisingly, there is a correlation between their activity and environmental factors like stress and diet. That may be accomplished by epigenetic changes, including histone modifications, nucleic-acid methylations (Dorado et al, 2022) and transcription of non-coding RNA (Dorado et al, 2020). That way, TE may remain active by transposition and propagation into different genome places, thus evading silencing mechanisms by the host. Such activity is initially pathogenic, generating higher mutation rate and diseases in the host. But the higher genetic diversity produced may become beneficial in some instances, including regulatory innovations, allowing natural selection to act on it (Pappalardo et al, 2021).

In summary, we were and are at war with MGE. At the beginning of the infection, they are detrimental and even kill us, but some of them remain in our genomes and, although

originally they are harmful, eventually some of them became advantageous. So, in some way, we domesticated some MGE, but such MEG also domesticated us. Part of us became MGE, and part of MGE became human, both behaving as symbionts. While the arms race between hosts and TE continue as a never-ending fight with some MGE, they have been proposed to build a genome engineering toolbox, to empower applied biology, and treat diseases like cancer. That way, we can take even more advantage of them (Zhang et al, 2024).

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



## **6. References**

- Arkhipova IR (2017): Using bioinformatic and phylogenetic approaches to classify transposable elements and understand their complex evolutionary histories. *Mobile DNA* 8: 19 (14 pp).
- Camargo AP, Roux S, Schulz F, Babinski M, Xu Y, Hu B, Chain PSG, Nayfach S, Kyrpides NC (2024): Identification of mobile genetic elements with geNomad. *Nature Biotechnology* 42: 1303-1312.
- Dorado G, Gálvez S, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2021a): Analyzing modern biomolecules: the revolution of nucleic-acid sequencing – Review. *Biomolecules* (section Molecular Genetics) 11: 1111 (18 pp).
- Dorado G, Jiménez I, Rey I, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2013): Genomics and proteomics in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 7: 47-63.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2021b): Molecular biology to infer phenotypes of forensic and ancient remains in bioarchaeology – Review. *Archaeobios* 15: 49-64.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2023): Archaeology and phylogeny to ascertain the evolution of amniotic egg and viviparity – Review. *Archaeobios* 18: 103-112.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2022): Involvement of nucleic-acid methylation on biology and evolution: from first hominids to modern humans – Review. *Archaeobios* 17: 104-116.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2015): Second-generation nucleic-acid sequencing and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 9: 216-230.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Martín J, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2016): Sequencing ancient RNA in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 10: 103-111.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF (2017): Clustered Regularly-Interspaced

- Short-Palindromic Repeats (CRISPR) in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 11: 179-188.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2018): Evolution from first hominids to modern humans: philosophy, bioarchaeology and biology - Review. *Archaeobios* 12: 69-82
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2019): Bioarchaeology to bring back scents from extinct plants - Review. *Archaeobios* 13: 66-75.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2020): Implications of non-coding RNA on biology and evolution: from first hominids to modern humans - Review. *Archaeobios* 14: 107-118.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF (2009): Ancient DNA to decipher the domestication of dog (REVIEW). *Archaeobios* 3: 127-132.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P, Vásquez VF (2010): Biological mass extinctions on planet Earth (REVIEW). *Archaeobios* 4: 53-64.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2011): Ancient nucleic acids from maize - A review. *Archaeobios* 5: 21-28.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2012): Isotopes in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 6: 79-91.
- Dorado G, Sánchez-Cañete FJS, Pascual P, Jiménez I, Luque F, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2014): Starch genomics and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 8: 41-50.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P (2008): Sequencing ancient and modern genomes (REVIEW). *Archaeobios* 2: 75-80.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Vega JL (2007): Archaeology meets Molecular Biology (REVIEW). *Archaeobios* 1: 1-2.
- Ferrari R, Grandi N, Tramontano E, Dieci G (2021): Retrotransposons as Drivers of Mammalian Brain Evolution. *Life* 11: 376 (29 pp).

- Grandi N, Tramontano E (2018): Human endogenous retroviruses are ancient acquired elements still shaping innate immune responses. *Frontiers in Immunology* 9: 2039 (16 pp).
- Jiang X, Hall AB, Xavier RJ, Alm EJ (2019): Comprehensive analysis of chromosomal mobile genetic elements in the gut microbiome reveals phylum-level niche-adaptive gene pools. *PLoS One* 14: e0223680 (22 pp).
- Kapitonov VV, Jurka J (2008): A universal classification of eukaryotic transposable elements implemented in Repbase. *Nature Reviews Genetics* 9: 411-412.
- Karamitros T, Hurst T, Marchi E, Karamichali E, Georgopoulou U, Mentis A, Riepsaame J, Lin A, Paraskevis D, Hatzakis A, McLauchlan J, Katzourakis A, Magiorkinis G (2018): Human Endogenous Retrovirus-K HML-2 integration within RASGRF2 is associated with intravenous drug abuse and modulates transcription in a cell-line model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 10434-10439.
- Koonin EV, Makarova KS, Wolf YI, Krupovic M (2020): Evolutionary entanglement of mobile genetic elements and host defence systems: guns for hire. *Nature Reviews Genetics* 21: 119-131.
- Mi S, Lee X, Li X, Veldman GM, Finnerty H, Racie L, LaVallie E, Tang XY, Edouard P, Howes S, Keith JC Jr, McCoy JM (2000): Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* 403: 785-789.
- Mitra A (2020): How the placenta evolved from an ancient virus. Web text <<https://whyy.org/segments/the-placenta-went-viral-and-protomammals-were-born>> and audio <<https://whyy-od.streamguys1.com/news/0131PLACENTAweb.mp3>>.
- Palazzo AF, Koonin EV (2020): Functional long non-coding RNAs evolve from junk transcripts. *Cell* 183: 1151-1161.
- Pappalardo AM, Ferrito V, Biscotti MA, Canapa A, Capriglione T (2021): Transposable elements and stress in vertebrates: an overview. *International Journal of Molecular Sciences* 22: 1970 (16 pp).
- Sheahan ML, Coyne MJ, Flores K, Garcia-Bayona L, Chatzidaki-Livanis M, Sundararajan A, Holst AQ, Barquera B, Comstock LE (2024): A ubiquitous mobile genetic element disarms a bacterial antagonist of the gut microbiota. *Science* 386: 414–420.
- Smith, JM (1972). "Game Theory and The Evolution of Fighting". On *Evolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Wicker T, Sabot F, Hua-Van A, Bennetzen JL, Capy P, Chalhoub B, Flavell A, Leroy P, Morgante M, Panaud O, Paux E, SanMiguel P, Schulman AH (2007): A unified classification system for eukaryotic transposable elements. *Nature Reviews Genetics* 8: 973-982.

Zhang T, Tan S, Tang N, Li Y, Zhang C, Sun J, Guo Y, Gao H, Cai Y, Sun W, Wang C, Fu L, Ma H, Wu Y, Hu X, Zhang X, Gee P, Yan W, Zhao Y, Chen Q, Guo B, Wang H, Zhang YE (2024): Heterologous survey of 130 DNA transposons in human cells highlights their functional divergence and expands the genome engineering toolbox. *Cell* 187: 3741-3760.



## Relevancia de los elementos genéticos móviles (EGM) en biología y evolución: desde los primeros homínidos hasta los humanos modernos – Revisión

Gabriel Dorado <sup>1</sup>, Fernando Luque <sup>2</sup>, Francisco José Esteban <sup>3</sup>, Plácido Pascual <sup>4</sup>, Inmaculada Jiménez <sup>5</sup>, Francisco Javier S. Sánchez-Cañete <sup>6</sup>, Patricia Raya <sup>7</sup>, Teresa E. Rosales <sup>8</sup>, Víctor F. Vásquez <sup>9</sup>, Pilar Hernández <sup>10</sup>

<sup>1</sup> Author for correspondence, Dep. Bioquímica y Biología Molecular, Campus Rabanales C6-1-E17, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba (Spain), eMail: <bb1dopeg@uco.es>; <sup>2</sup> Laboratorio de Producción y Sanidad Animal de Córdoba, Ctra. Madrid-Cádiz km 395, 14071 Córdoba; <sup>3</sup> Servicio de Informática, Edificio Ramón y Cajal, Campus Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; <sup>4</sup> Laboratorio Agroalimentario de Córdoba, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 14004 Córdoba; <sup>5</sup> IES Puertas del Campo, Avda. San Juan de Dios 1, 51001 Ceuta; <sup>6</sup> EE.PP. Sagrada Familia de Baena, Avda. Padre Villoslada 22, 14850 Baena (Córdoba); <sup>7</sup> Dep. Radiología y Medicina Física, Unidad de Física Médica, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba; <sup>8</sup> Laboratorio de Arqueobiología, Avda. Juan Pablo II s/n, Universidad Nacional de Trujillo, 13011 Trujillo (Peru); <sup>9</sup> Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas Arqueobios, C/. Martínez de Compañón 430-Bajo 100, Urbanización San Andrés, 13008 Trujillo (Peru); <sup>10</sup> Instituto de Agricultura Sostenible (IAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Alameda del Obispo s/n, 14080 Córdoba.

### ABSTRACT

The more we discover about ancient biology, the more fascinated we are. An example of that is what made us human. Besides the three previously reviewed surprises (*NOTCH2NL* genes, spurious transcription and nucleic-acid methylation), mobile genetic elements (MGE) were also involved in the evolution from first hominids to modern humans. The most relevant MGE are transposable elements (TE) or transposons. They are parasites that can cause pathologies and even death, so we fight them. But that is a difficult task, since they hide inside our genome, becoming part of us. Surprisingly, some of them become beneficial eventually. That way, the placenta was generated and our immune system was enhanced. Even more relevant is their implication in making us human. Yet, their deregulation may be involved in diseases, including neurodegenerative ones and cancer. They are so powerful that are being used to build a genome engineering toolbox in applied biology, which should allow to treat diseases like cancer.

Key words: Retrotransposons, retroviruses, addictions, stress, diet, epigenetics, adaptation, evolution.

### RESUMEN

Cuanto más descubrimos sobre la biología antigua, más nos fascina. Un ejemplo de ello es lo que nos hizo humanos. Además de las tres sorpresas reseñadas anteriormente (genes *NOTCH2NL*, transcripción espuria y metilación de ácidos nucleicos), los elementos genéticos móviles (EGM) también intervinieron en la evolución desde los primeros homínidos hasta los humanos modernos. Los EGM más relevantes son los elementos transponibles (ET) o transposones. Son parásitos que pueden causar patologías e incluso la muerte, por lo que luchamos contra ellos. Pero es una tarea difícil, ya que se esconden dentro de nuestro genoma, formando parte de nosotros. Sorprendentemente, algunos de ellos acaban siendo beneficiosos. Así se generó la placenta y se mejoró nuestro sistema inmunitario. Aún más relevante es su implicación en hacernos humanos. Sin embargo, su desregulación puede estar implicada en enfermedades, incluidas las neurodegenerativas y el cáncer. Son tan potentes que se están utilizando para construir una caja de herramientas de ingeniería genómica en biología aplicada, que debería permitir tratar enfermedades como el cáncer.

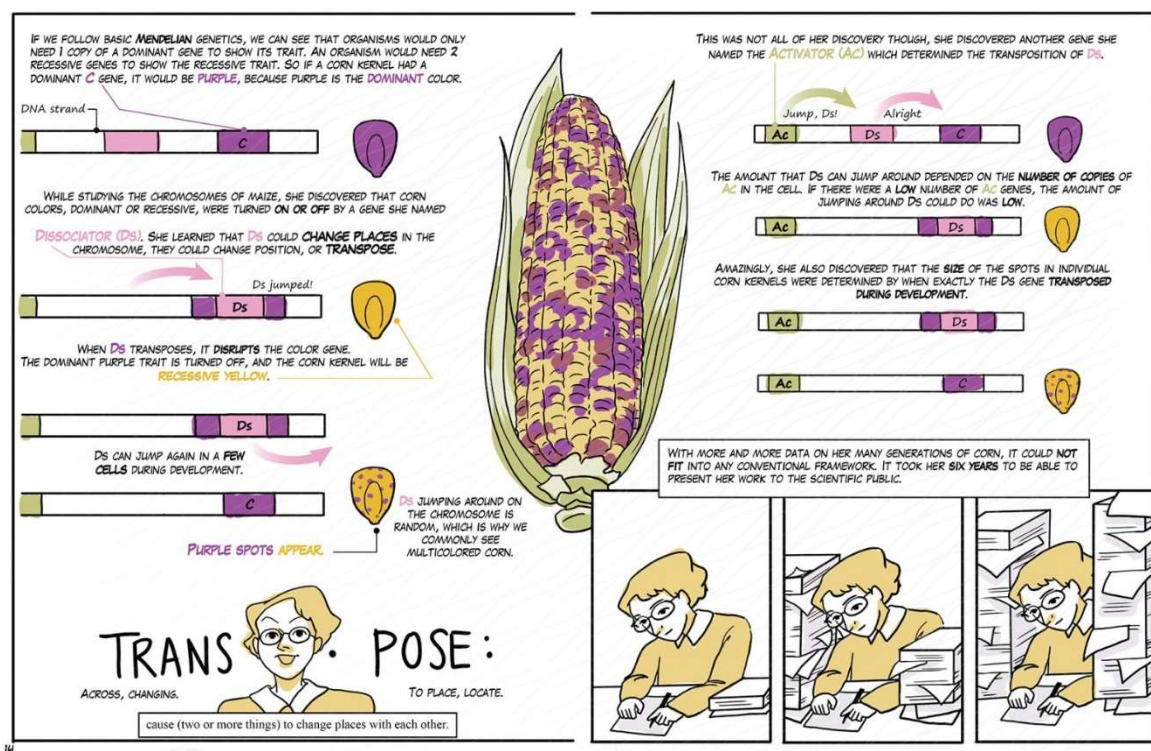
Palabras clave: Retrotransposones retrovirus adicciones estrés dieta epigenética adaptación evolución.

## 1. Introducción

La evolución humana es un tema fascinante. Era apasionante cuando la arqueología se consideraba una disciplina social. Y es aún más excitante ahora que también es un tema científico. Eso se ha logrado gracias a la unión entre la arqueología clásica y la biología molecular moderna, como hemos descrito anteriormente (Dorado et al, 2007-2023). Dicha interacción ha permitido descifrar temas previamente insolubles (Dorado et al, 2007). Uno de ellos es la base molecular de la transición de los primeros homínidos a los humanos modernos. En otras palabras, lo que nos hizo humanos. Curiosamente, y tal vez como se esperaba, no hubo un solo factor biológico, sino varios, involucrados en tan formidable evolución. Incluyen los que hemos revisado previamente como: i) duplicación, reparación y conversión de genes Notch Homolog 2 (*NOTCH2*) en Notch Homolog 2 N-terminal-Like (*NOTCH2NL*) (Dorado et al, 2018); ii) transcripción generalizada o espuria en ARN no codificante, que posteriormente adquirió funcionalidad (Dorado et al, 2020); y iii) metilación de ácidos nucleicos (Dorado et al, 2022). Asimismo, iv) elementos genéticos móviles (EGM), como se revisa en este trabajo. Entre otros cambios, generaron un aumento del volumen cerebral en general, y de su corteza en particular, permitiendo el desarrollo de características específicas de los humanos que nos diferencian de otros animales (irracionales).

Los elementos genéticos móviles incluyen diferentes tipos, como los elementos transponibles (ET) o transposones. Fueron descubiertos por Barbara McClintock en el maíz (*Zea mays*) en 1948 (Fig. 1). Son extremadamente abundantes en eucariotas, principalmente en animales y plantas. Así, los retrotransposones representan entre el 45% y el 48% de los genomas de mamíferos, así como entre el 48% y el 85% de los genomas de plantas. Como consecuencia, aumentan el “ruido” de fondo intrínseco de los genomas eucariotas (Palazzo y Koonin, 2020). Además, los EGM llevan a cabo transferencias genéticas horizontales significativas en el microbioma intestinal (Sheahan et al, 2024). Esto puede lograrse mediante conjugación o transducción de fagos. Dichos intercambios genéticos pueden tener consecuencias opuestas: i) mejorar nuestra salud con nuevas capacidades metabólicas; o ii) causar efectos

negativos. Ejemplos importantes de ello son la desintoxicación de sales biliares por microbios comensales, o la resistencia a antibióticos de los patógenos, respectivamente (Jiang et al, 2019).

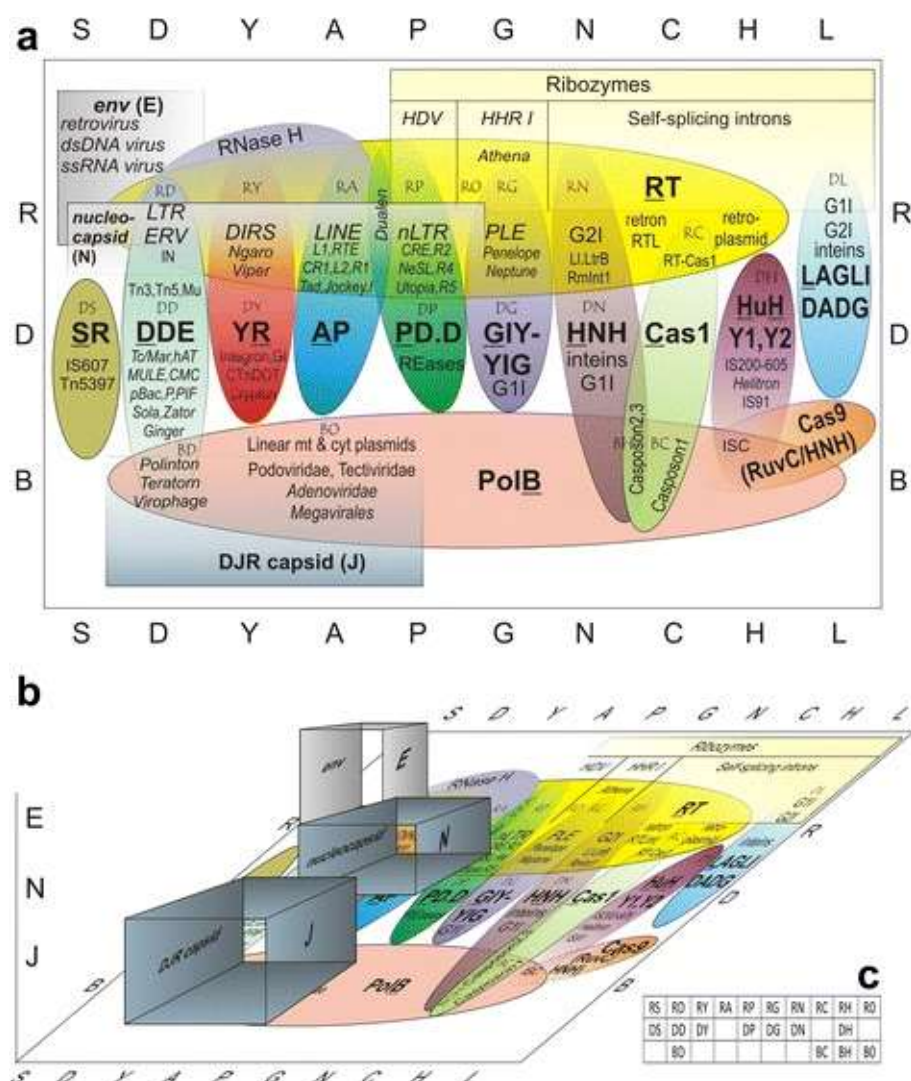


**Figura 1. Descubrimiento de los transposones.** Los elementos móviles genéticos fueron descubiertos por Barbara McClintock en el maíz. © 2020 Association of Medical Illustrators. The Life of Barbara McClintock and Her Jumping Gene 2020 Association of Medical Illustrators. The Life of Barbara McClintock and Her Jumping Gene <<https://meetingarchive.ami.org/2020/project/the-life-of-barbara-mcclintock-and-her-jumping-gene>>.

## 2. Clasificación de los elementos genéticos móviles

Los elementos genéticos móviles ancestrales han generado una sorprendente variedad. Entre ellos se encuentran plásmidos, transposones, repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas (CRISPR; Dorado et al, 2017), islas genómicas (IGE o IG), integrones, intrones, secuencias de inserción (SI) con intrones (SItrones), agentes virales e inteínas. Los más relevantes son los elementos transponibles. Son extremadamente diversos, debido a su alta tasa de mutación, abundancia y diferentes mecanismos de replicación. Además, existen los ET híbridos, que pueden ser complejos. Los ET se clasifican teniendo en cuenta sus mecanismos de transposición, similitudes de secuencia y relaciones estructurales.

Existen dos clases principales en función de la naturaleza de su ácido nucleico: Clase 1 (retrotransposones, que se transponen mediante un intermediario de ARN) y Clase 2 (transposones de ADN). Curiosamente, los ET bacterianos son principalmente SI, correspondientes a la clase 2. Se han utilizado herramientas filogenéticas y bioinformáticas para clasificarlos y mostrarlos en gráficos 2D y 3D (Wicker et al, 2007; Arkhipova, 2017, Pappalardo et al, 2021; Camargo et al, 2024), como se muestra a continuación (Fig. 2). También se han publicado bases de datos de ADN repetitivo, como Repbase <<https://www.girinst.org/repbase>> (Kapitonov y Jurka (2008).

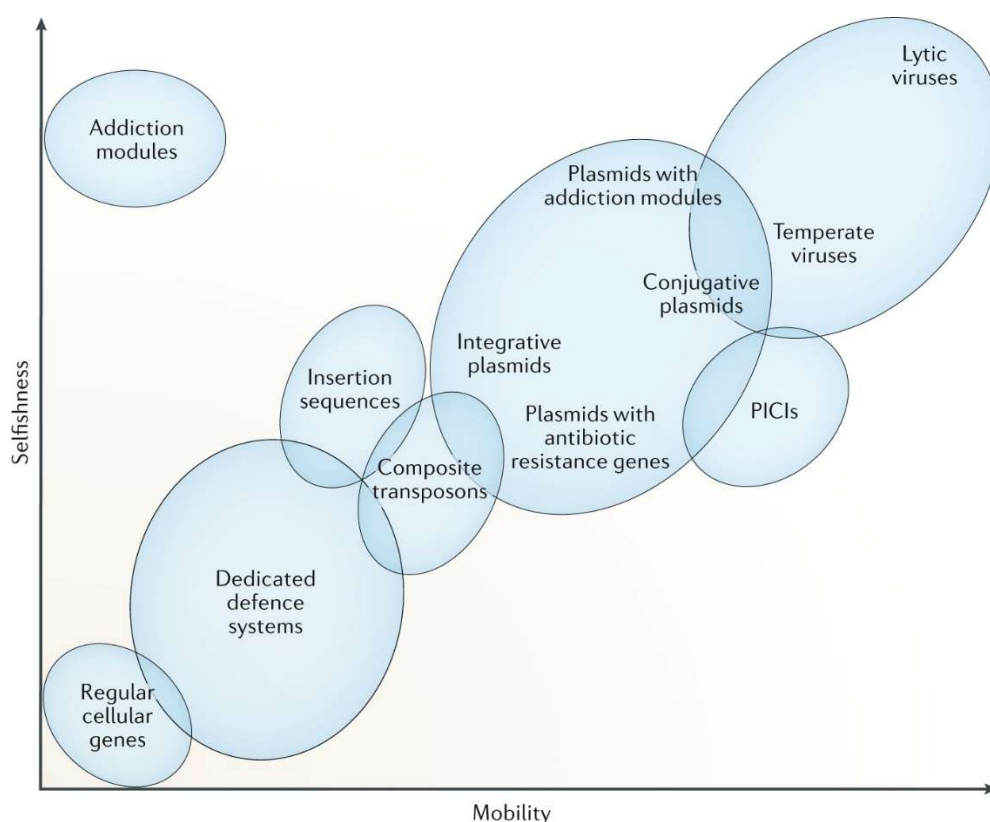


**Figura 2. Elementos transponibles.** Representaciones 2D (a y c) y 3D (b) de ET. Dicha clasificación se basa en sus componentes de replicación, integración y estructura. © El autor, en BioMed Central (Arkhipova, 2017).



### 3. Los elementos genéticos móviles surgen como parásitos: carrera armamentista con los hospedadores

Los elementos genéticos móviles surgieron originalmente como parásitos moleculares, que provocan mecanismos de defensa en los hospedadores. Esto se puede representar gráficamente, teniendo en cuenta la movilidad y el egoísmo (Koonin et al, 2020), como se muestra a continuación (Fig. 3).



**Figura 3. Elementos genéticos móviles y sistemas de defensa.** El diagrama muestra la conexión inextricable e interesante entre los EGM y los sistemas anti-EGM del hospedador. © 2020 Springer Nature Switzerland (Koonin et al, 2020).

De hecho, el genoma humano contiene restos de antiguos retrovirus, prueba de la guerra que libramos (y seguimos librando) contra ellos. Como ejemplo interesante, se ha descubierto que algunas infecciones retrovirales antiguas son responsables de cargas patógenas vinculadas a las adicciones. Se cree que solo uno de ellos sigue replicándose: HERV-K HML2 (HK2), mostrando diferentes variantes en diferentes humanos. La razón que explica tal efecto es que una de esas variantes está integrada

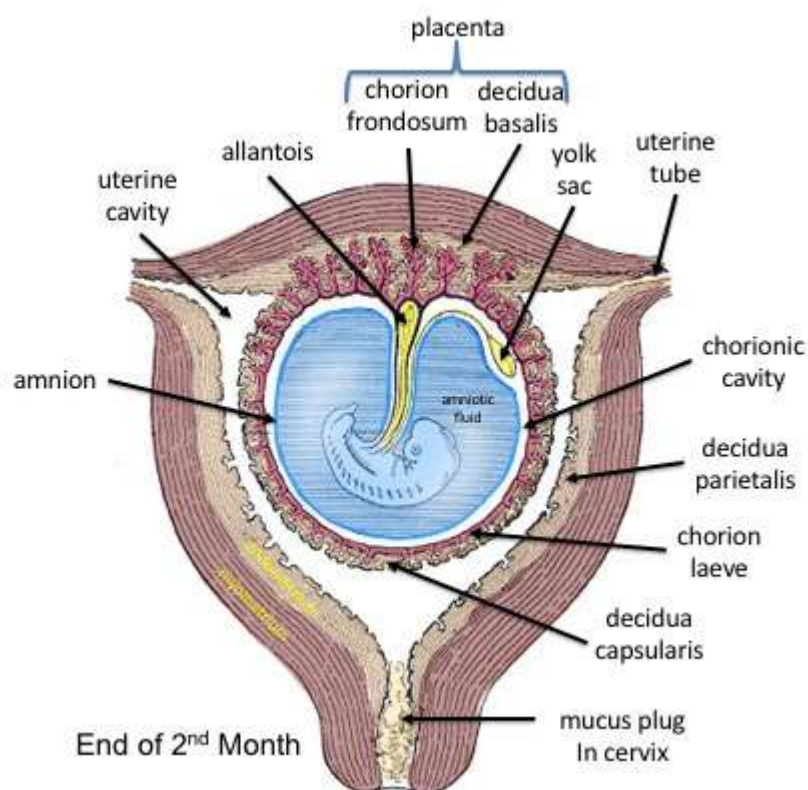
cerca de un gen relacionado con la actividad dopaminérgica cerebral. Curiosamente, dicha variante es más frecuente en drogadictos, estando asociada a dichas adicciones (Karamitros et al, 2018). Asimismo, los EGM puede producir mutaciones y pueden estar implicados en patologías como el cáncer, los trastornos autoinmunitarios y las enfermedades infecciosas (Ferrari et al, 2021).

#### **4. Algunos elementos genéticos móviles pueden tener efectos positivos con el tiempo**

Algunos parásitos son estrictos y siempre permanecen así. Sin embargo, ese no es el mejor enfoque evolutivo. De hecho, los parásitos letales o demasiado agresivos pueden matar a los hospedadores, lo que puede eventualmente conducir a la extinción del parásito. Es por eso que este comportamiento puede evolucionar hacia un parasitismo menos agresivo o no letal; con la posibilidad de evolucionar aún más hasta la simbiosis. Eso representa una Estrategia Evolutivamente Estable (EEE), como se describió previamente (Smith, 1972). De hecho, algunos EGM evolucionan de esa manera, contribuyendo a remodelar los genomas y la evolución de sus hospedadores. De esta manera, pueden generar características y capacidades útiles para estos últimos.

En estos escenarios, es interesante notar que los mamíferos se clasifican como: i) monotremas (equidnas y ornitorrincos), que ponen huevos; ii) marsupiales (como los canguros); y iii) placentarios (como los humanos), que han desarrollado placenta. Esto tiene implicaciones significativas. En ausencia de placenta, el embrión debe protegerse con una cáscara de huevo. De lo contrario, sería destruido por el sistema inmunitario de la madre, ya que sus proteínas serían reconocidas como de un organismo diferente, de manera similar a lo que sucede con las infecciones. Pero en tal situación, el crecimiento del embrión está limitado por los nutrientes dentro de ese recipiente. Las especies que ponen huevos pueden ser nidícolas (que permanecen en el nido hasta completar su desarrollo) o nidífugas (que abandonan el nido poco después de la eclosión). Una evolución posterior en los mamíferos implica dar a luz a crías en una etapa muy temprana del desarrollo. En tal caso, deben adherirse a un pezón (que en algunas especies está dentro de una bolsa llamada marsupio) para nutrirse de su leche.

Un sistema mucho más elaborado en los mamíferos es el desarrollo de la placenta (Fig. 4).



**Figura 4. Placenta humana.** Feto en la octava semana de desarrollo, donde se muestran la placenta y otras estructuras del embrión y la madre. © 2019 Dennis M DePace, Wikimedia Commons <<http://commons.wikimedia.org>> y Creative Commons <<http://creativecommons.org>>.

La placenta se adhiere al útero de la madre y protege al embrión. De esa manera, puede permanecer dentro y nutrirse de la madre durante un período mucho más largo. Eso permite dar a luz crías mucho más desarrolladas, aumentando sus probabilidades de supervivencia. De hecho, la placenta es un tejido como ningún otro, que funciona como un increíble guardián. Así, debe: i) proteger al embrión del sistema inmunitario de la madre (que de lo contrario lo mataría); ii) permitir el paso de oxígeno, anticuerpos y nutrientes de la madre; y iii) permitir la salida de dióxido de carbono y desechos del embrión. Esto puede parecer imposible, pero, sorprendentemente, tal hazaña se logró mediante una infección de un antiguo retrovirus.

Los retrovirus tienen genomas hechos de ARN, que codifica enzimas de transcriptasa inversa o retrotranscriptasa. Después de invadir a la célula hospedadora, estas

enzimas retrotranscriben el ARN del virus en ADN. Luego, utilizan enzimas integrasas para integrarse en el genoma (ADN) de la célula hospedadora. El virus se considera entonces un provirus, ya que se camufla como parte del genoma del hospedador. Uno de estos virus es el virus de inmunodeficiencia humana (VIH).

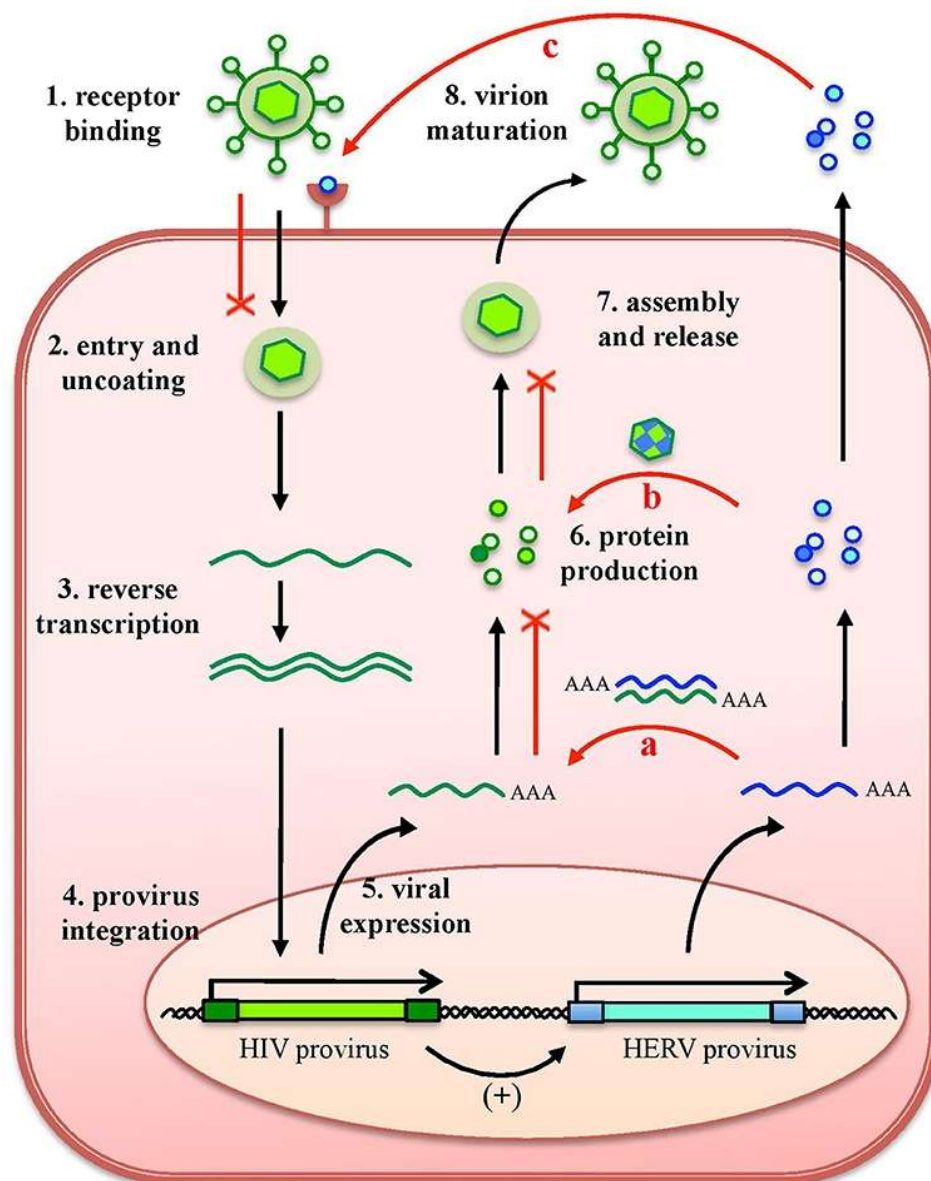
Ahora es cuando la historia del origen de la placenta de los mamíferos se vuelve sorprendente. Uno de estos virus infectó a una hembra de vertebrado que ponía huevos hace unos 200 millones de años. Por casualidad, dicho virus infectó un óvulo, que por suerte fue fecundado por un espermatozoide. Por lo tanto, la descendencia generada tenía copias de dicho virus en todas sus células. Afortunadamente, dicha infección no mató a la descendencia ni a la madre en ese momento.

En este punto, es interesante notar que los virus generalmente se fusionan con moléculas para infectar células. En esta fascinante historia, el virus produjo una proteína (sincitina) que permitió al embrión fusionar células, generando un sincitio o simplasma. Media la fusión del citotrofoblasto placentario, y permite así la morfogénesis placentaria. Así, el feto forma un saco lleno de líquido amniótico, que se vuelve grueso en un lado (la placenta) y se adhiere al útero. La capa más externa de la placenta es una capa de células que se han fusionado, como se describió anteriormente, formando una pared especial que evita que los flujos sanguíneos de la madre y cría se mezclen (sincitiotrofoblasto), al estar en contacto con el útero. Se trata de un logro notable, ya que la placenta puede hacer lo que ningún otro tejido es capaz: i) conecta a la madre con la cría para algunas funciones necesarias para el crecimiento del feto; pero al mismo tiempo ii) los mantiene como dos sistemas inmunitarios independientes y separados, de modo que no se destruyan entre sí (Mi et al, 2000, Mitra, 2020).

Además, los EGM también puede mejorar el sistema inmunitario de sus hospedadores, como se muestra en el siguiente ejemplo para la protección contra las infecciones por VIH (Fig. 5). Esto implica: a) la expresión de ARNm de retrovirus endógenos humanos (RVEh), que puede hibridar con el ARN del VIH. Dicho ARN bicatenario (ARNdc) no se puede traducir en proteínas. Además, se identifican como patrones moleculares asociados a patógenos (PMAP), que desencadenan defensas celulares; b) interacción

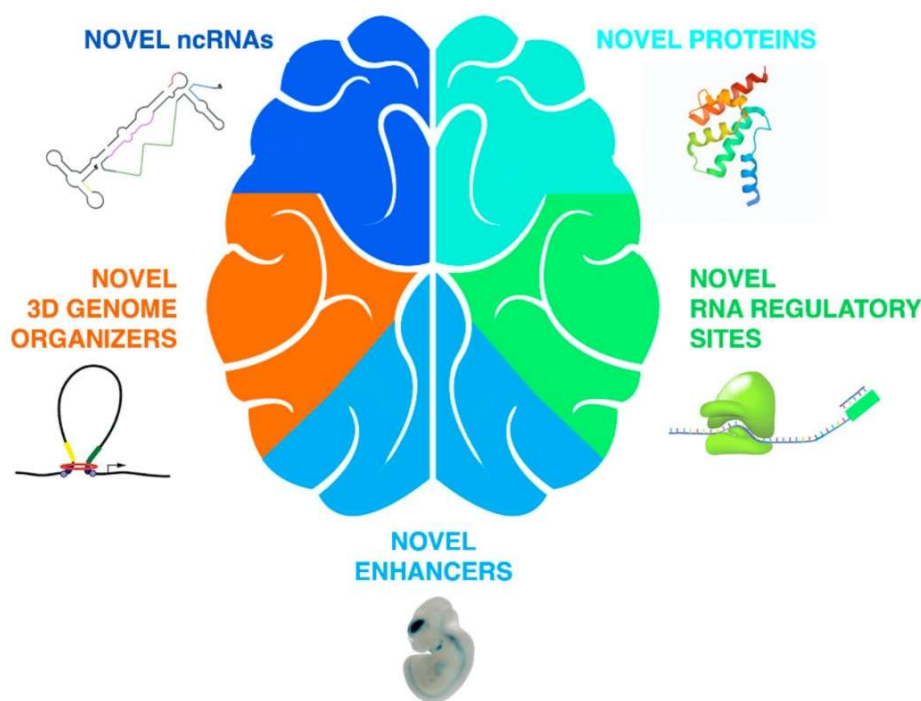


de las proteínas RVEh con las del VIH, lo que interfiere en su ensamblaje y liberación; y c) unión de las proteínas RVEh a receptores celulares del VIH, lo que impide la unión y la entrada externa del VIH. Curiosamente, las infecciones por VIH pueden desencadenar la sobreexpresión del RVEh, lo que mantiene y potencia aún más estos efectos protectores del sistema inmunitario del hospedador (Grandi and Tramontano, 2018).



**Figura 5. Mejoras del sistema inmunitario por parte de antiguos retrovirus endógenos humanos.** Los efectos protectores de RVEh (líneas rojas) se muestran mediante el deterioro de la infección por VIH. **a)** generación de ARNdc; **b)** interacción con proteínas del VIH; y **c)** unión a receptores celulares del VIH. © Los autores, en Frontiers Media (Grandi and Tramontano, 2018).

Lo más importante es que los EGM participaron en el desarrollo del sistema nervioso de los mamíferos en general, y del cerebro de los primates en particular (Fig. 6), lo que contribuyó a convertirnos en humanos. Esto incluye: i) ARN no codificante derivado de ET; ii) proteínas generadas a partir de retrotransposones; iii) sitios reguladores de ARN producidos por la exonización de ET, que modulan la estabilidad y la traducción de ARNm; iv) potenciadores que se originan de elementos reguladores (ER), que proporcionan sitios de unión de factores tisulares (FT), modificando aún más la transcripción de genes cerebrales; y v) organizadores genómicos 3D, que modulan la expresión de genes específicos del cerebro (Ferrari et al, 2021).



**Figura 6. Participación de los retrotransposones en la evolución cerebral.** Se muestran cinco tipos de exaptación de elementos reguladores (en el sentido de las agujas del reloj, desde el lado superior izquierdo): i) ARN no codificante generado a partir de ET; ii) proteínas de retrotransposones; iii) exonización de ET, que genera sitios de regulación del ARN; iv) potenciadores producidos a partir de ER; y v) organizadores genómicos 3D. © Los autores, en MDPI (Ferrari et al, 2021).

## 5. Observaciones finales y perspectivas futuras

Las EGM participan en el control transcripcional y postranscripcional de la expresión génica, incluida la organización de la cromatina. Por lo tanto, modulan la dinámica del genoma, la interacción con el medio ambiente, la adaptación y la evolución. No es

sorprendente que exista una correlación entre su actividad y factores ambientales como el estrés y la dieta. Esto puede lograrse mediante cambios epigenéticos, incluidas modificaciones de histonas, metilaciones de ácidos nucleicos (Dorado et al, 2022) y transcripción de ARN no codificante (Dorado et al, 2020). De esa manera, los ET pueden permanecer activos por transposición y propagación a diferentes lugares del genoma, evadiendo así los mecanismos de silenciamiento del hospedador. Dicha actividad es inicialmente patogénica, generando una mayor tasa de mutación y enfermedades en el hospedador. Pero la mayor diversidad genética producida puede resultar beneficiosa en algunos casos, incluidas las innovaciones regulatorias, permitiendo que la selección natural actúe sobre ella (Pappalardo et al, 2021).

En resumen, estuvimos y estamos en guerra con los EGM. Al principio de la infección, son perjudiciales e incluso nos matan, pero algunos de ellos permanecen en nuestros genomas y, aunque originalmente son dañinos, con el tiempo algunos de ellos se vuelven ventajosos. Así que, de alguna manera, domesticamos algunos EGM, pero esos EGM también nos domesticaron a nosotros. Una parte de nosotros se convirtió en EGM, y otra parte de los EGM se convirtió en humana, ambos comportándose como simbiosis. Mientras la carrera armamentista entre los hospedadores y los ET continúa como una lucha interminable con algunos EGM, se ha propuesto construir una caja de herramientas de ingeniería genómica, para potenciar la biología aplicada y tratar enfermedades como el cáncer. De esa manera, podremos aprovechar aún más su potencial (Zhang et al, 2024).

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

## 6. Referencias

- Arkhipova IR (2017): Using bioinformatic and phylogenetic approaches to classify transposable elements and understand their complex evolutionary histories. *Mobile DNA* 8: 19 (14 pp).
- Camargo AP, Roux S, Schulz F, Babinski M, Xu Y, Hu B, Chain PSG, Nayfach S, Kyrpides NC (2024): Identification of mobile genetic elements with geNomad. *Nature Biotechnology* 42: 1303-1312.
- Dorado G, Gálvez S, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2021a): Analyzing modern biomolecules: the revolution of nucleic-acid sequencing – Review. *Biomolecules* (section Molecular Genetics) 11: 1111 (18 pp).
- Dorado G, Jiménez I, Rey I, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2013): Genomics and proteomics in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 7: 47-63.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2021b): Molecular biology to infer phenotypes of forensic and ancient remains in bioarchaeology – Review. *Archaeobios* 15: 49-64.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2023): Archaeology and phylogeny to ascertain the evolution of amniotic egg and viviparity – Review. *Archaeobios* 18: 103-112.
- Dorado G, Luque F, Esteban FJ, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2022): Involvement of nucleic-acid methylation on biology and evolution: from first hominids to modern humans – Review. *Archaeobios* 17: 104-116.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2015): Second-generation nucleic-acid sequencing and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 9: 216-230.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Pérez-Jiménez M, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Martín J, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2016): Sequencing ancient RNA in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 10: 103-111.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF (2017): Clustered Regularly-Interspaced



- Short-Palindromic Repeats (CRISPR) in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 11: 179-188.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2018): Evolution from first hominids to modern humans: philosophy, bioarchaeology and biology - Review. *Archaeobios* 12: 69-82
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2019): Bioarchaeology to bring back scents from extinct plants - Review. *Archaeobios* 13: 66-75.
- Dorado G, Luque F, Pascual P, Jiménez I, Sánchez-Cañete FJS, Raya P, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2020): Implications of non-coding RNA on biology and evolution: from first hominids to modern humans - Review. *Archaeobios* 14: 107-118.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF (2009): Ancient DNA to decipher the domestication of dog (REVIEW). *Archaeobios* 3: 127-132.
- Dorado G, Rey I, Rosales TE, Sánchez-Cañete FJS, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P, Vásquez VF (2010): Biological mass extinctions on planet Earth (REVIEW). *Archaeobios* 4: 53-64.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2011): Ancient nucleic acids from maize - A review. *Archaeobios* 5: 21-28.
- Dorado G, Rosales TE, Luque F, Sánchez-Cañete FJS, Rey I, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Vásquez VF, Hernández P (2012): Isotopes in bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 6: 79-91.
- Dorado G, Sánchez-Cañete FJS, Pascual P, Jiménez I, Luque F, Pérez-Jiménez M, Raya P, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Rosales TE, Vásquez VF, Hernández P (2014): Starch genomics and bioarchaeology - Review. *Archaeobios* 8: 41-50.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Luque F, Jiménez I, Morales A, Gálvez M, Sáiz J, Sánchez A, Hernández P (2008): Sequencing ancient and modern genomes (REVIEW). *Archaeobios* 2: 75-80.
- Dorado G, Vásquez V, Rey I, Vega JL (2007): Archaeology meets Molecular Biology (REVIEW). *Archaeobios* 1: 1-2.
- Ferrari R, Grandi N, Tramontano E, Dieci G (2021): Retrotransposons as Drivers of Mammalian Brain Evolution. *Life* 11: 376 (29 pp).

- Grandi N, Tramontano E (2018): Human endogenous retroviruses are ancient acquired elements still shaping innate immune responses. *Frontiers in Immunology* 9: 2039 (16 pp).
- Jiang X, Hall AB, Xavier RJ, Alm EJ (2019): Comprehensive analysis of chromosomal mobile genetic elements in the gut microbiome reveals phylum-level niche-adaptive gene pools. *PLoS One* 14: e0223680 (22 pp).
- Kapitonov VV, Jurka J (2008): A universal classification of eukaryotic transposable elements implemented in Repbase. *Nature Reviews Genetics* 9: 411-412.
- Karamitros T, Hurst T, Marchi E, Karamichali E, Georgopoulou U, Mentis A, Riepsaame J, Lin A, Paraskevis D, Hatzakis A, McLauchlan J, Katzourakis A, Magiorkinis G (2018): Human Endogenous Retrovirus-K HML-2 integration within RASGRF2 is associated with intravenous drug abuse and modulates transcription in a cell-line model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 10434-10439.
- Koonin EV, Makarova KS, Wolf YI, Krupovic M (2020): Evolutionary entanglement of mobile genetic elements and host defence systems: guns for hire. *Nature Reviews Genetics* 21: 119-131.
- Mi S, Lee X, Li X, Veldman GM, Finnerty H, Racie L, LaVallie E, Tang XY, Edouard P, Howes S, Keith JC Jr, McCoy JM (2000): Syncytin is a captive retroviral envelope protein involved in human placental morphogenesis. *Nature* 403: 785-789.
- Mitra A (2020): How the placenta evolved from an ancient virus. Web text <<https://whyy.org/segments/the-placenta-went-viral-and-protomammals-were-born>> and audio <<https://whyy-od.streamguys1.com/news/0131PLACENTAweb.mp3>>.
- Palazzo AF, Koonin EV (2020): Functional long non-coding RNAs evolve from junk transcripts. *Cell* 183: 1151-1161.
- Pappalardo AM, Ferrito V, Biscotti MA, Canapa A, Capriglione T (2021): Transposable elements and stress in vertebrates: an overview. *International Journal of Molecular Sciences* 22: 1970 (16 pp).
- Sheahan ML, Coyne MJ, Flores K, Garcia-Bayona L, Chatzidaki-Livanis M, Sundararajan A, Holst AQ, Barquera B, Comstock LE (2024): A ubiquitous mobile genetic element disarms a bacterial antagonist of the gut microbiota. *Science* 386: 414–420.
- Smith, JM (1972). "Game Theory and The Evolution of Fighting". On Evolution. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Wicker T, Sabot F, Hua-Van A, Bennetzen JL, Capy P, Chalhoub B, Flavell A, Leroy P, Morgante M, Panaud O, Paux E, SanMiguel P, Schulman AH (2007): A unified

classification system for eukaryotic transposable elements. *Nature Reviews Genetics* 8: 973-982.

Zhang T, Tan S, Tang N, Li Y, Zhang C, Sun J, Guo Y, Gao H, Cai Y, Sun W, Wang C, Fu L, Ma H, Wu Y, Hu X, Zhang X, Gee P, Yan W, Zhao Y, Chen Q, Guo B, Wang H, Zhang YE (2024): Heterologous survey of 130 DNA transposons in human cells highlights their functional divergence and expands the genome engineering toolbox. *Cell* 187: 3741-3760.

## El “cacao” más antiguo del mundo: El caso de Montegrande, provincia de Jaén, Cajamarca

Víctor F. Vásquez Sánchez y Teresa E. Rosales Tham

La domesticación de las plantas es uno de los procesos que han permitido a la humanidad, tener plantas que faciliten nuevos alimentos que han sido tratados agro genómicamente para mejorar sus características y aporten nuevas fuentes nutritivas a las poblaciones del mundo.

Cuando se domestica una planta, el lugar geográfico de su domesticación recibe un reconocimiento simbólico por su aporte a la humanidad. Con este proceso se han beneficiado millones de personas en el mundo, tal como ha sucedido, con el trigo, arroz, maíz y papa, entre los cultivos más importantes del mundo.

El desarrollo de la genética molecular y de las técnicas utilizadas en arqueometría, especialmente cromatografía de gases combinada con espectrometría de masas y ADN antiguo ha permitido conocer los sitios de origen de la domesticación de varias plantas cultivadas, entre ellas, el trigo, maíz y arroz.

A principios de este año, la revista *Scientific Reports*, del grupo *Nature* ([www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports)), publica el artículo de acceso abierto (gratuito) (<https://www.nature.com/articles/s41598-024-53010-6>) *A revisited history of cacao domestication in pre-Columbian times revealed by archaeogenomic approaches*, donde como el título de artículo indica se hace una revisión de una planta domesticada *Theobroma cacao* “cacao”, la cual estaba asociada a las culturas mesoamericanas, olmecas y mayas (Zarrillo et al, 2018).

El análisis de una importante muestra de residuos en cerámica de sitios prehispánicos en América del Sur y Central, utilizando técnicas arqueométricas como cromatografía líquida de ultrarendimiento asociada a espectrometría de masas, se utilizó para identificar tres componentes químicos presentes en *Theobroma cacao*, como la teobromina, teofilina y cafeína, y técnicas de ADN antiguo.

Los resultados indicaban que el sitio de domesticación de *Theobroma cacao* es **Santa Ana-La Florida** en el sureste de Ecuador, con una antigüedad de 5.300 años, los cuales constituyen la evidencia más temprana del uso del cacao en las Américas, y el primer ejemplo arqueológico inequívoco del uso prehispánico en América del Sur, revelando además que la región superior de la Amazonía es el centro de domesticación del cacao más antiguo identificado a la fecha (Zarrillo et al, 2018).



Desde esa fecha al presente año que fue publicado el artículo en *Scientific Report*, los responsables del proyecto arqueológico Montegrande en Jaén, han apropiado de forma irregular e irresponsable, que sus siete muestras de cerámica que proporcionaron para el análisis de los residuos que hizo Lanaud et al, (2024), indicaban que el origen y por lo tanto la domesticación del cacao tuvo como escenario el sitio Montegrande, lo cual es falso por lo siguiente:

1. Las siete muestras de cerámica que proporcionaron para el análisis de *teobromina*, *teofilina* y *cafeína*, compuestos químicos de las semillas del *Theobroma cacao*, dieron negativo para todas las muestras (ver Lanaud et al, 2024, Tabla 1).
2. La triada para demostrar en este caso la domesticación del cacao, lo constituyen granos de almidón antiguos en los residuos de la cerámica, residuos de *teobromina* y ADN antiguo debidamente autenticado.

En el primer caso, si no están presentes los tres compuestos químicos mencionados, se concluye que la vasija nunca albergó ninguna evidencia sólida o líquida en base a granos de *Theobroma cacao*. En el segundo caso, no existe a la fecha publicaciones de microfotografías de granos de almidón de *Theobroma cacao* “cacao” en residuos de algún ceramio o herramienta lítica del sitio Montegrande, y en caso hubiera, se tiene que demostrar y validar los resultados con la presencia de más de cinco granos de almidón en los residuos de cerámica (Zarrillo et al, 2018).

En las redes sociales, especialmente Facebook y algunos diarios digitales, el responsable del proyecto Montegrande, ha tratado mediante un artefacto de piedra, similar a la forma de un fruto de cacao, indicar que en el sitio se había domesticado el cacao y por tanto el más antiguo del mundo, como se aprecia en un cartel del parador del sitio. Esta ignorancia supina sobre el proceso de domesticación solo descalifica las afirmaciones vertidas.

No se puede negar que los pobladores prehispánicos de Montegrande tuvieron contactos con poblaciones de Valdivia de la costa de Ecuador (3800-1450 a.C.) y otros pueblos prehispánicos ecuatorianos, donde intercambiaron productos, entre ellos el cacao. Pero esta interacción no significa DOMESTICACIÓN, porque también hay evidencias de artefactos de metal y piedra en sitios de la costa norte como Sipán, lo cual significa una dispersión de cultivos por los humanos en el pasado, tal como ha sucedido con el maíz y el ají desde México, que incluso después de pasar por procesos de diferenciación genética en un nicho ecológico distinto al mexicano, nuevamente retorno con otras características genómicas, como es el caso del maíz de Huaca Prieta y Paredones (Vallebuena-Estrada et al, 2023).

Finalmente, los ancestros silvestres de los cultivos domesticados son los otros indicadores importantes de la domesticación de un cultivo, y en el caso del cacao, los

análisis de ADN y los resultados del software STRUCTURE confirman que los ancestros silvestres confirman estrechas relaciones genéticas entre especies silvestres ecuatorianas y la región geográfica cercana al sitio arqueológico Araracuara situado entre Colombia y Ecuador, y una baja distancia genética entre los genes de Guyana y del grupo Maraón (Montegrande).

Por lo tanto, este reporte es solo aclaratorio y sirve para informar correctamente sobre la domesticación del *Theobroma cacao*, que lamentablemente no es en territorio peruano.

### Referencias bibliográficas

Vallebueno-Estrada M, Hernández-Robles G, González-Orozco E, López-Valdivia I, Rosales Tham T, Vásquez Sánchez V, Swarts K, Dillehaty TD, Vielle-Calzada J, Montiel R (2023): Domestication and lowland adaptation of coastal preceramic maize from Paredones, Peru. *eLife* 12:e83149. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.83149>

## FOTOGALERÍA DE BIOARQUEOLOGÍA

### ***Manihot esculenta* “yuca”, un cultivo infravalorado en la prehistoria peruana**

Víctor F. Vásquez Sánchez y Teresa E. Rosales Tham

El primer registro e identificación de restos arqueobotánicos de *Manihot esculenta* Crantz, 1776, se reportaron para el sitio Los Gavilanes con una cronología propuesta de 2100 años a.C., hay propuestas que indican que la ecología de la costa era diferente a finales del pleistoceno, y estuvo cubierta como sabana herbácea y pudo haber albergado los parientes silvestres del género *Manihot*, que posteriormente hubieron podido ser domesticados independientemente al centro de domesticación de la Amazonía.

Con el registro más antiguo en la época precerámica y posteriormente confirmados sus restos en el formativo temprano, los restos macrobotánicos no han sido reportados con frecuencia en las siguientes etapas, sin embargo la evidencia microbotánica de este cultivo no ha sido evaluada profundamente, como es el caso de los resultados que hemos tenido con el análisis microscópicos de sedimentos adheridos a cerámica, herramientas líticas y suelos de fogones de posteriores épocas como moche y chimú, donde la presencia de sus almidones es proporcionalmente muy similar a los almidones de maíz.

En sitios arqueológicos de Quito (Ecuador) donde hemos tenido la oportunidad de analizar sedimentos de fragmentos de cerámica, líticos y suelos de fogones, también se presenta la evidencia de almidones de yuca y maíz. Esto nos puede permitir plantear que el rol que tuvo la yuca en las poblaciones prehispánicas de los andes del Perú y Ecuador fue muy importante en la dieta de estas poblaciones, lo que implica que la importancia de la yuca fue muy similar al maíz, y por lo tanto este desconocimiento ha permitido que sea un cultivo infravalorado que merece seguir siendo investigado.

Presentamos en esta sección en la figura 1, granos de almidón de yuca que están dentro de parénquima de reserva, que estuvo adherido a un fragmento de un plato que procede de Cerro Blanco (Nepeña). Esta evidencia puede permitir plantear que una masa de almidón de este cultivo haya sido cocida en este plato como una tortilla (tipo *cazabe*). Las siguientes fotografías corresponden a imágenes de un fragmento de raíz de esta planta, mostrando los típicos granos de almidón de forma hemiesférica, los cuales se encuentran aún dentro de vasijas, líticos y suelos arqueológicos de los andes que esperan ser aislados para hacer la nueva historia de *Manihot esculenta*.



Figura N° 1.- Granos de almidón de “yuca” dentro de parénquima de reserva, aislados de un plato de Cerro Blanco (Nepeña) (Derechos reservados de ARQUEOBIOS 2024). 400X microscopio luz simple.

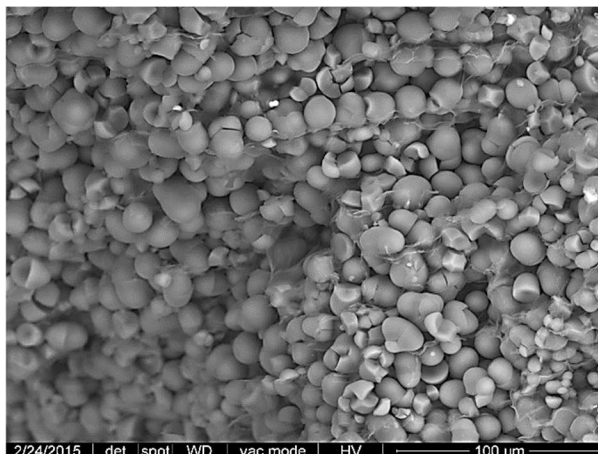


Figura N° 2.- Granos de almidón de “yuca” que procede de un fragmento de la raíz deshidratada que proviene de un sitio Chimú del sitio arqueológico “El Brujo” (valle de Chicama) (Derechos reservados de ARQUEOBIOS 2024). 40X microscopio electrónico de barrido.

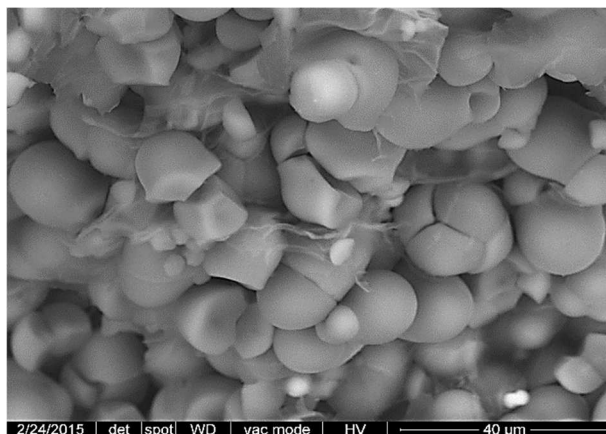
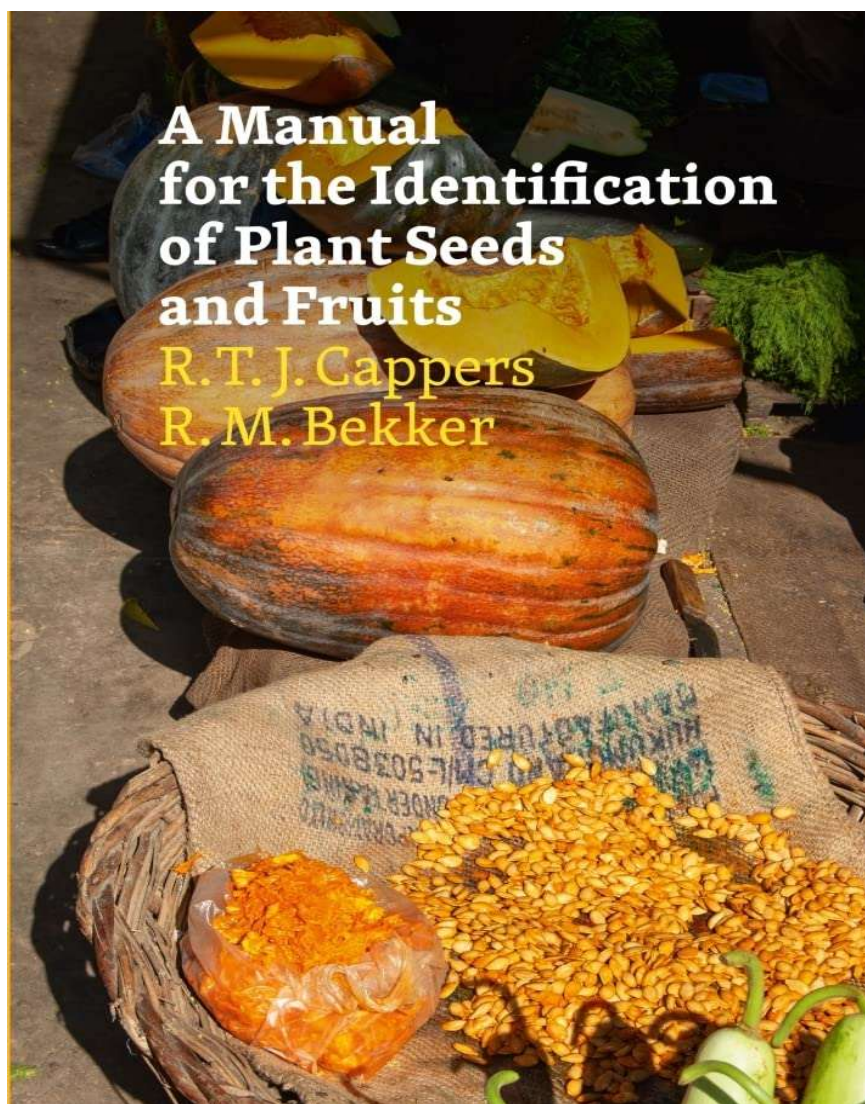


Figura N° 3.- Granos de almidón de “yuca” a 100X captura con microscopía electrónica de barrido (Derechos reservados de ARQUEOBIOS 2024).



## LIBROS PUBLICADOS



Este libro es muy útil para la identificación taxonómica y ecológica de semillas y frutos individuales de plantas silvestres y cultivadas. Describe inflorescencias e infrutescencias observadas en cada una de las 30 familias de plantas, así como la morfología de las semillas y los frutos. Está profusamente ilustrado con 640 fotografías en color de inflorescencias, infrutescencias, semillas, frutos y diásporas. Los términos técnicos se describen en un glosario. Se incluyen índices de nombres científicos de plantas y nombres de temas. El libro será de interés no sólo para quienes se dedican a la identificación de semillas y frutos, sino también para taxónomos, ecólogos, arqueobotánicos y floristas, que tienen bases generales en botánica fanerogámica, sistemática y taxonomía (requisitos importantes). Se puede adquirir en [www.amazon.com](http://www.amazon.com).



## **POLÍTICA EDITORIAL**

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

### **SECCIONES:**

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

#### **1.- Artículos de Investigación:**

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

#### **2.- Artículos de Revisión:**

Un artículo de revisión tiene como finalidad examinar la bibliografía publicada sobre un tema especializado y/o polémico, y situarla en una perspectiva adecuada para que su utilización en las interpretaciones bioarqueológicas sea adecuada. La revisión se puede reconocer como un estudio en sí mismo, en el cual el revisor tiene un interrogante, recoge datos, los analiza y extrae una conclusión. Estos artículos deben ser redactados en español e inglés. No deben exceder de 25 páginas de 3000 caracteres cada una (incluyendo bibliografía, ilustraciones y notas). Los artículos deben estar acompañados del nombre, apellido, función, dirección de la institución y correo electrónico del o de los autores; del resumen del artículo en los dos idiomas, aproximadamente 700 caracteres cada uno; de un máximo de seis palabras claves (descriptores) en los dos idiomas; de la traducción del título a los dos idiomas, y el contenido de este es de formato libre.

#### **3.- Notas Técnicas:**

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

aplican en las investigaciones bioarqueológicas, o comentarios técnicos sobre algún tema relevante en bioarqueología.

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

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

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

Las fotos en lo posible deben ser de formato digital en alta resolución (2 mb como mínimo), aunque pueden ser escaneadas en alta resolución o entregadas en papel de buena calidad (formato 15 cm x 10 cm). Los mapas, planos, esquemas vienen acompañados de una escala gráfica, de la orientación y de una leyenda.

#### **4.- Referencias Bibliográficas:**

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

##### **Referencias para Libros:**

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

##### **Referencias para Artículos en Libros:**

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

##### **Referencias para Artículos de Revistas:**

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

#### **5.- Evaluación:**

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