

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

Víctor F. Vásquez Sánchez<sup>1</sup>, Teresa E. Rosales Tham<sup>2</sup>, Rubí Enríques Segovia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas "ARQUEOBIOS" C/. Martínez de Compañón 430-Bajo 100, Urbanización San Andrés, 13008 Trujillo (Perú) Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, <sup>2</sup>Arqueólogo, docente y coordinador Laboratorio de Arqueobiología, Escuela Profesional de Arqueología, Universidad Nacional de Trujillo, Avda. Juan Pablo II s/n, Universidad Nacional de Trujillo 13011 Trujillo-Perú, <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 parenquimático del tallo), fitolitos y tejido foliar epidérmico 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 unioloides*, 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.

Entre 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 Monocotiledóneas, 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 excavó el sitio, comparó 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 a 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 norcosteros, 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 megapíxel, 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 parenquimático del tallo), *Panicoideae* (fitolitos y tejido foliar epidérmico), *Pooideae* (fitolitos y tejido foliar epidérmico), *Bambusoideae* (fitolitos) y *Dicotyledoneae* (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	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	
			Pelos con tallos uniseriados y cabezuelas elipsoidales, multicelulares de tamaño variable	104 x 18.2		pelos glandulares de hojas	1285	
2-1B	CA37 Cuadro F15 Capa B Amb. 7	<i>Prosopis</i> sp.	Tricoma rugoso	143 x 18.2		superficie rugosa	1293	
			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 parenquimático, tipo aérenquima				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 parenquimático, tipo aérenquima			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>	Almidones	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 poliédricos	1338-1340
		<i>Pooideae</i>	Agregación multicelular de fitolitos	28.6	x 13	fitolitos esféricos	1331
			epidémicos 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 poliédricos	1334-1335
				der: 13	x 13		
<i>Cyperaceae</i>	Parénquima aéfero			parénquima de tallo	1341		
8-3B	Plaza I, Terraza 1, Ofrenda 3, Pozo 19	<i>Prosopis</i> sp.	Almidones	15.6	x 13	almidones poliédricos	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 poliédricos	1361-1362
				18.2	x 18.2	almidones poliédricos	1365-1366
				20.8	x 18.2	almidones poliédricos	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			Aff. <i>Panicum</i> sp.	1359
			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		
Celulas 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 aéíferas 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 células epidérmicas con fitolitos <i>in situ</i> y estomas	10.4	x 7.8	estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i>	1406							
									Agregación multicelular con células epidérmicas bordes ondulados cortos, estomas y fitolito <i>in situ</i>	estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i>	1409				
												Agregación multicelular con células epidérmicas bordes ondulados cortos, estomas y fitolito <i>in situ</i>	estomas ordenados y fitolitos <i>in situ</i>	1410	
															Agregación multicelular con células epidérmicas 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>														
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 epidérmicas	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	Ancho		
14-5B	Sector I Unidad XXI:X Capa 5	<i>Zea mays</i>	Agregación multicelular de células epidérmicas	15.6	13	fitolitos bilobados de hoja	1430
	Hoyo asociado área doméstica		con fitolitos <i>in situ</i> y estomas				
			Fitolito bilobado en cruz	15.6	13	fitolito bilobado de hoja	1434
			Fitolito bilobado en cruz	20.8	13	fitolito bilobado de hoja	1435
			Fitolito bilobado en cruz	18.2	15.6	fitolito bilobado de hoja	1440
			Agregación multicelular de células epidérmicas	15.6	15.6	fitolitos bilobados alineados	1441
			con fitolitos <i>in situ</i> y estomas				
		<i>Prosopis</i> sp.	Células del mesófilo y estomas paracíticos			células con paredes engrosadas	1438
	<i>Panicoideae</i>	Fitolito polilobado	28.6	13	fitolito de hoja	1433	
		Células epidérmicas agregadas, ondulaciones cortas			Aff. <i>Panicum</i> sp.	1439	
		espacio estrecho en cuerpo central células, papilas cortas					
	<i>Pooideae</i>	Célula epidérmica fitolítica aislada	91	39	célula con borde leve ondulado	1431	
		Célula epidérmica fitolítica aislada	52	26	célula con borde leve ondulado	1436	
	<i>Poaceae</i>	Células epidérmicas agregadas de raíz	78	15.6	células bordes ligeramente aserrados	1437	
Dicotiledonea	Células agrupadas en forma de rompecabezas	39	20.8	células con ondulación y paredes anticlinales	1432		
15-5C	Sector I Unidad XXI:X Capa 5	<i>Bambusoideae</i>	Fitolito en forma silla montar	31.2	26	fitolito aislado	1444
	Hoyo asociado área doméstica	<i>Panicoideae</i>	Fitolito polilobado	26	10.4	fitolito de hoja	1450
		<i>Zea mays</i>	Almidón	18.2	18.2	almidones poliédricos	1445-1446
			Fitolito bilobado en cruz	20.8	15.6	fitolito bilobado de hoja	1448
	<i>Prosopis</i> 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	

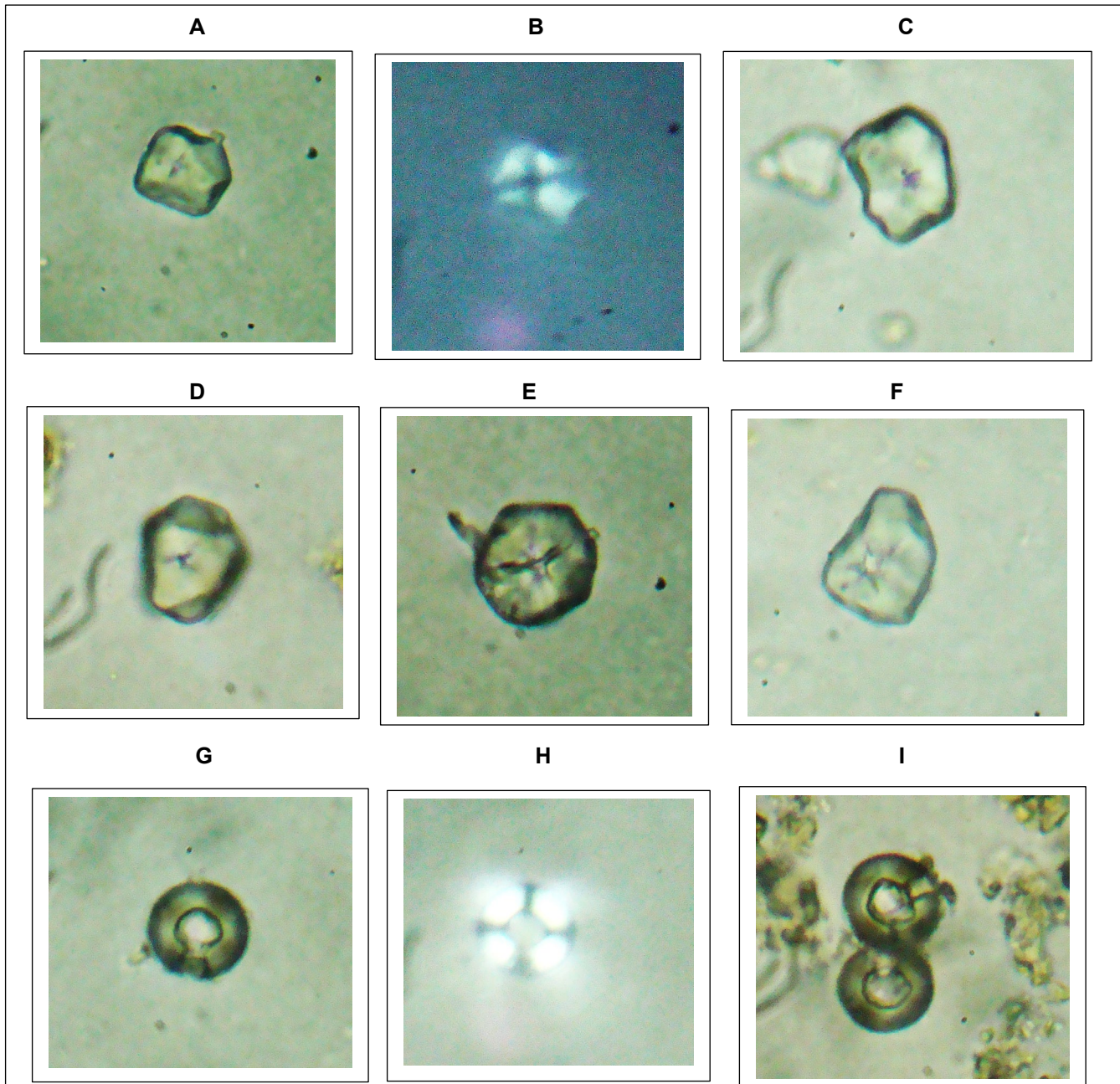


Figura 1.- (A) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 15.6 micras de largo por 13 micras de ancho, muestra 1-1A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (B) El mismo grano anterior con captura de luz polarizada a 400X, (C) Grano de almidón de *Zea mays*, mide 20.8 micras de largo por 18.2 micras de ancho, 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, 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, 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, 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, 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, muestra 12-4C, captura con microscopía de luz simple a 400X. Fotografías propiedad de ARQUEOBIOS 2024. Derechos reservados.

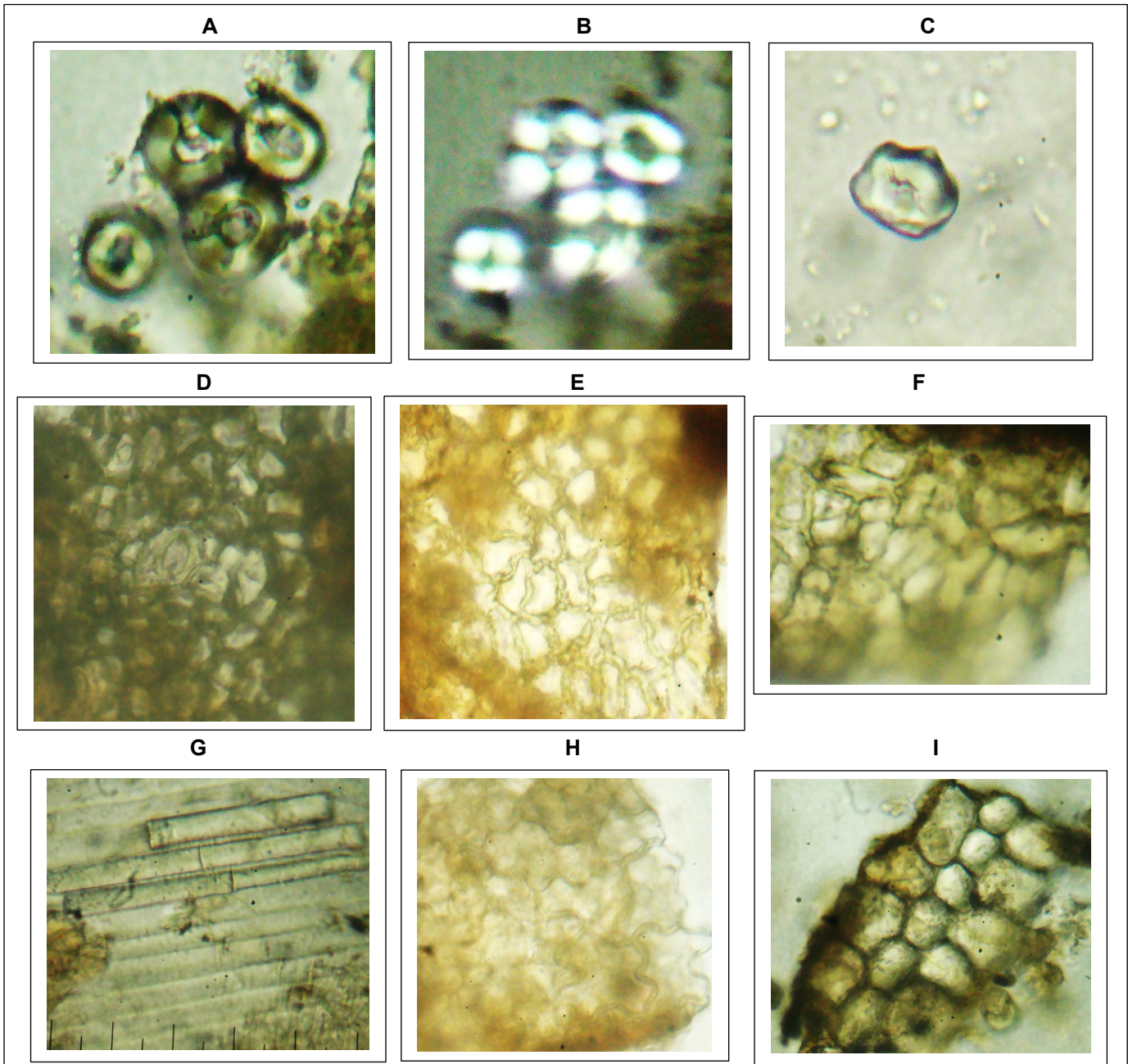


Figura 2.- (A) Grano de almidón de *Prosopis sp.* con hilum perforado, mide 18.2 de largo por 18.2 micras de ancho, muestra 12-4C, captura con microscopía de luz simple a 400X, (B) Los mismos granos de almidón anteriores con captura de luz polarizada a 400X, (C) Grano de almidón de *Prosopis sp.* con hilum perforado, mide 18.2 de largo por 15.6 micras de ancho, 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*, 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, muestra 12-4C, captura con microscopio de luz simple a 400X, (G) Tejido con células planas alineadas que provienen de una raíz, 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, 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, muestra 15-5C, captura con microscopio de luz simple a 400X. Fotografías propiedad de ARQUEOBIOS 2024. Derechos reservados.

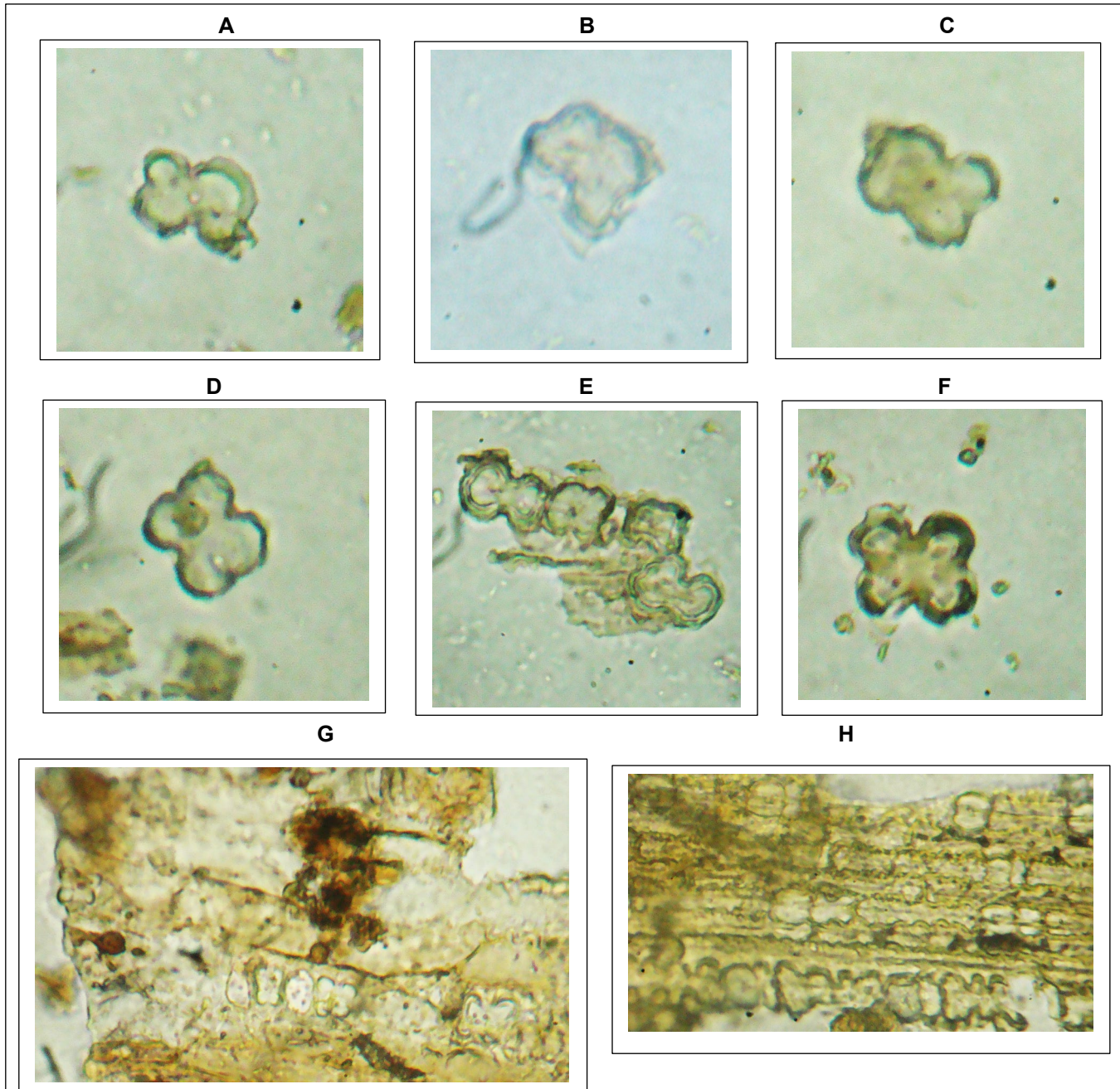


Figura 3.- (A) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 20.8 micras de largo por 15.6 micras de ancho, muestra 4-2A, captura con microscopia de luz simple a 400X, (B) Fitolito bilobado de hoja de *Zea mays* mide 18.2 micras de largo por 18.2 micras de ancho, muestra 7-3A, captura con microscopia 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, 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, 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, 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, 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, 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, muestra 12-4C, captura con microscopio de luz simple a 400X. Fotografías propiedad de ARQUEOBIOS 2024. Derechos reservados.

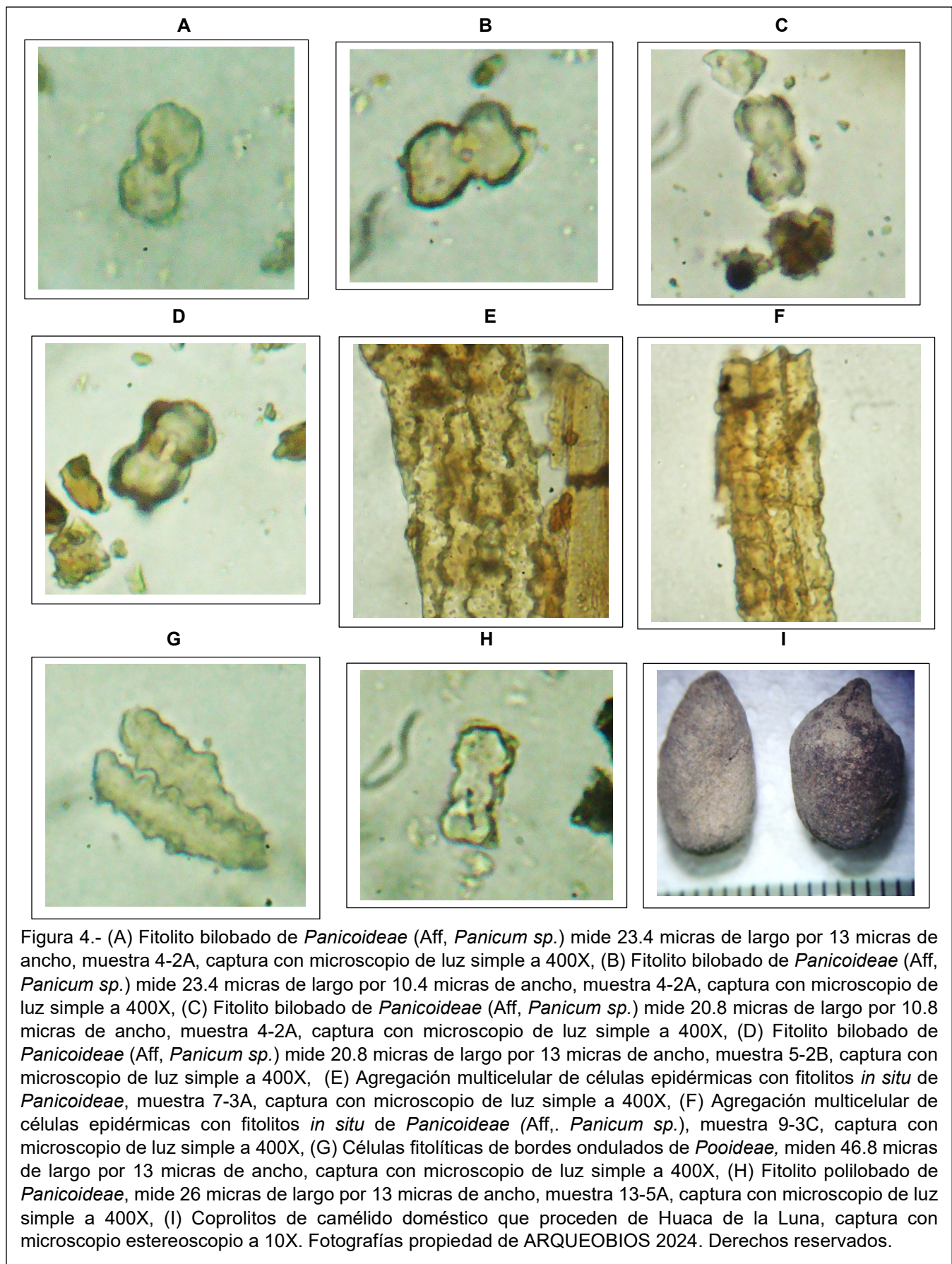


Figura 4.- (A) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 23.4 micras de largo por 13 micras de ancho, muestra 4-2A, captura con microscopio de luz simple a 400X, (B) Fitolito bilobado de *Panicoideae* (Aff, *Panicum* sp.) mide 23.4 micras de largo por 10.4 micras de ancho, muestra 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, 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, muestra 5-2B, captura con microscopio de luz simple a 400X, (E) Agregación multicelular de células epidérmicas con fitolitos *in situ* de *Panicoideae*, 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.), 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, muestra 13-5A, 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. Fotografías propiedad de ARQUEOBIOS 2024. Derechos reservados.

## 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 2<sup>a</sup>, 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 Sapamé (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 SE, Rosello NE, Rojas RN (1988): Análisis de restos vegetales de Coprolitos de camélidos de la desembocadura del río Camarones. *Chungara* 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
- Bryan FC, Farfan RD (1984): Dry season forage selection by alpaca (*Lama pacos*) in southern Peru. *J. Range Manage.*, 37: 330-333.
- Callen EO, Cameron TWM (1960): Prehistoric diet revealed in coprolites. Report 1. *US: The New Scientist* 8:35-40.
- Engelhardt Wv, Rubsamen K (1979): Digestive physiology of camelids. The workshop of camels. Khartoum, pp. 307-346.
- Faegri K, Iversen J (1989): *Textbook of Pollen Analysis*. Faegri, K., P. E. y K. Kalland Krzywinski editors. J. Wiley & Sons, Chichester.
- Huisa T (1985): Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (*Lama pacos*) en la época 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°3:835-852.
- Metcalf CR (1960): *Anatomy of the Monocotyledons: Gramineae*, Vol. 1, Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf CR, Chalk L (1950): *Anatomía de las dicotiledóneas*. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford.
- Mostacero J, Mejía F, 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 KJ, Bryant Jr VM (1992): Coprolite analysis: a biological perspective on archaeology. *Archaeological Method and Theory* 4
- 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 36:110-129.
- Tapia M, Lascano JL (1970): Contribución al conocimiento de la dieta de alpacas pastoreando. (Contribution to the knowledge of the diet of grazing alpacas.) I. Convención Internacional sobre Camélidos 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. *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. 2:33–64.

Velázquez NJ, Burry LS, Mancini MV, Fugassa MH (2010): Coprolitos de camélidos del Holoceno como indicadores paleoambientales. *Magallania* 38, 213-229.