

## Estudio traceológico en herramientas óseas de camélidos y cérvidos modernos para aplicación zooarqueológica

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

<sup>1</sup> Arqueólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: <teresa1905@hotmail.com>, <sup>2</sup> Biólogo, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”, Apartado Postal 595, Trujillo-Perú, E-mail: <vivasa2401@yahoo.com>

### Resumen

Se realizó un programa experimental, que consistió en elaborar 38 herramientas óseas modernas fabricadas a partir de hueso seco de *Vicugna pacos* “alpaca” y de la asta de un *Cervidae*. Las herramientas fabricadas son agujas, punzones, espátulas, cuchillo y cinceles, las cuales se sometieron en el caso de las agujas a taladrar cuero seco de alpaca y taladrar un textil de algodón (*Gossypium barbadense*). Otra categoría fueron las espátulas que se utilizaron para alisar cerámica, raer cuero seco, raer cuero fresco y rebajar madera. Otras herramientas fueron punzones, cuchillos y cinceles, que tuvieron un uso en diversos materiales, según las posibles funciones que pudieron haber cumplido en el pasado. La aplicación de microscopía fotónica (microscopía óptica) y electrónica (microscopía electrónica de barrido) con EDS (Energía Dispersiva de Rayos X), permitió conseguir una cantidad de datos de microhuellas en estas herramientas óseas experimentales, que asociadas con EDS, permitió caracterizar la funcionalidad de una aguja, espátula y punzón de la ZUM (Zona Urbana Moche), lo que indica que el programa experimental tuvo resultados preliminares importantes.

**Palabras clave:** traceología, aguja, espátula, punzón, microscopía, microhuellas

### Abstract

An experimental program was carried out, which consisted of making 38 modern bone tools made from dry bone of *Vicugna pacos* "alpaca" and the antler of a *Cervidae*. The tools manufactured are garfishes, punches, spatulas, knives and chisels, which in the case of gasfishes were subjected to drilling dry alpaca leather and drilling a cotton textile (*Gossypium barbadense*). Another category was spatulas that were used for smoothing ceramic, scraping dry leather, scraping fresh leather, and thinning wood. Other tools were punches, knives and chisels, which had a use in various materials, according to the possible functions that they could have fulfilled in the past. The application of photon microscopy (optical microscopy) and electron microscopy (scanning electron microscopy) with EDS (Energy Dispersive X-rays), allowed to obtain a quantity of data of microprints in these experimental bone tools, which associated with EDS, allowed to characterize the functionality of a garfish, spatula and awl from the ZUM (Zona Urbana Moche), which indicates that the experimental program had important preliminary results.

**Keywords:** traceology, garfish, spatula, awl, microscopy, microprints

## Introducción

La traceología es una disciplina de la Arqueología que estudia las huellas producidas por el uso y que se conservan, para este caso, en la superficie de las herramientas óseas, especialmente en las partes activas. Estas huellas se han denominado *trazas de uso* (Semenov, 1964)). Si bien es cierto, el hombre descubrió que la materia ósea posee características especiales como materia prima para elaborar sus herramientas, la elección del soporte fue importante para manufacturarlas con éxito. Con éstas, llegó a modificar variadas materias como: piel, carne, cuero fresco, cuero seco; tejidos, arcilla, madera, etc., aplicando diversas acciones, tal como: perforar, taladrar, horadar, raer, grabar, alisar, cortar, etc., llegando a cumplir sus objetivos y quedando como consecuencia diferentes *trazas de uso*, siendo algunas macroscópicas y otras microscópicas. Estas se ubicaron especialmente sobre la superficie de las partes activas siendo el reflejo del producto de la acción ante la materia trabajada.

En esta perspectiva ¿cómo se debería asignar la funcionalidad a cada herramienta ósea prehispánica? Inicialmente los investigadores fueron guiados por el paralelo etnográfico y etnohistórico surgiendo limitaciones. Los estudios relacionados con las herramientas óseas de las sociedades prehispánicas del Perú, es escasa y la existente aporta información limitada a una visión funcional de esta. La información con que se cuenta refleja una denominación descriptiva teórica, manejando a los útiles por su morfología, tal como: aguja, punzón, alfiler, espátula, etc., quedando muchas interrogantes por resolver, tales como: ¿Qué función cumplió una determinada herramienta? ¿Qué denominación debe dársele a una determinada herramienta? ¿Para qué sirvió? ¿Qué función cumplió? En esta situación los criterios metodológicos que se han seguido, se basan en los planteamientos propuestos por diversos especialistas de la prehistoria del Viejo Mundo (Semenov 1964; Barandarián 1967; Vento 1985; Rodanés 1987; Piel-Desruisseaux 1989; Meneses 1991; Adán Álvarez 1997; Pascual Benito 1998) y de la Comisión de Nomenclatura sur l' Industrie de l' Os Préhistorique (Camps-Fabrer 1971, 1977, 1979; Camps-Fabrer et al, 1974; Camps-Fabrer y Stordeur 1979).

Sin embargo, es meritorio destacar los aportes teóricos-metodológicos de Semenov (1964, 1981) que no sólo revolucionó la funcionalidad de las herramientas, aún más allá de la tradicional tipología, sino que brindó a la arqueología el conocimiento de la traceología como un medio para aproximarnos a la organización económica y social de las comunidades del pasado (Longo et al, 2005).

Siguiendo la línea de las limitaciones, el problema surge cuando la morfología de la herramienta ósea no define claramente la funcionalidad, esto porque se presentan tipologías análogas que probablemente fueron utilizados en variadas materias y con fines múltiples (Semenov 1964, Buc 2005).

En consecuencia, esta situación fue captada por los especialistas y tratando de buscar soluciones, se han realizado múltiples reuniones internacionales donde se agruparon especialistas de *trazas de uso*. En un primer momento, las investigaciones se inclinaron al estudio de estos aspectos en material lítico y posteriormente se aplicaría al material óseo. En este sentido, se expusieron las limitaciones en estudios traceológicos y como consecuencia se plantearon introducir en el análisis diversas técnicas microscópicas, más sutiles, que otorgarían distinguir las *trazas de uso* cultural de las naturales.

Así tenemos que se introdujo el empleo de medios ópticos para la observación de las *trazas de uso*, éstos han permitido distinguir una diversidad de variables dependientes, incluso algunos muy similares (Semenov 1964, Olsen 1979, Campana 1989, D'Errico y Villa 1997, Buc 2005, Santander 2010).

Dentro de estos medios ópticos se han empleado lupas binoculares (10X a 90X), microscopios metalográficos (50X a 500X), el microscopio electrónico de barrido (MEB en adelante, hasta 10.000X) y últimamente el microscopio confocal, que utiliza una técnica óptica de imagen para incrementar los contrastes y reconstruir imágenes tridimensionales utilizando un "pinhole". Cada uno de estos equipos tiene su particularidad permitiendo observar las trazas tal como lo destaca Clemente (2017).

Por otro lado, se ha considerado para el presente estudio traceológico y análisis funcional la experiencia desarrollada por Keeley (1980), Gutiérrez Sáez (1990, 1996, 1999) y González e Ibáñez (1994). Ellos desarrollaron programas experimentales para el estudio de *trazas de uso* sobre material lítico. En este caso, esta línea también será tomada para manejar estudios traceológicos en la materia ósea, incluyendo bibliografía especializada de Julien (1978-1980, 1986, 1995), Julien et al, (2000), Pérez Ripoll (1992), Campana (1989), Liesau (1998), Buc (2005a) entre otros, ya que no se cuenta con información suficiente, para el estudio de materiales de herramientas óseas prehispánicas correspondientes al área andina.

En esta perspectiva el objetivo de la presente investigación es dar a conocer un programa experimental de traceología sobre huesos de camélidos y cérvidos, con el fin de reconocer las variables o factores que intervienen en la formación de huellas tecnológicas y de uso, lo cual servirá para contrastar con el material óseo arqueológico y corroborar las hipótesis planteadas.

Hay que señalar que los objetivos y la justificación de esta investigación, tienen como partida cuando se inician los análisis de arqueozoología con la colección de fauna procedente de los diferentes conjuntos arquitectónicos de la Zona Urbana Moche (ZUM, en adelante), del Complejo Arqueológico Huacas del Sol y la Luna, donde se destacan los restos óseos de *Camelidae* y estudios de su identidad a través de la osteometría, además de estudios por partes anatómicas, estructuras de edad, tafonomía, etc. En este análisis se incluyó la descripción de herramientas óseas modificadas

antrópicamente, y se decidió hacer este programa experimental para desde la perspectiva traceológica identificar la funcionalidad (Vásquez y Rosales 2004, 2005, 2006).

### **Antecedentes**

Los estudios traceológicos fueron inicialmente dedicados de forma exclusiva a los materiales líticos. Por lo cual su base metodológica ha servido para el estudio traceológico en herramientas óseas por la experiencia que se había venido captando de estos estudios. El estudio traceológico en herramientas óseas es una especialidad relativamente nueva que se ha iniciado con la misma finalidad que es obtener datos sobre su funcionalidad.

En el área andina y especialmente en el Perú prehispánico, solo se han reportado el hallazgo, descripción y creación de tipologías de herramientas óseas recuperadas en algunos sitios de esta área geográfica. Las primeras investigaciones donde se aprecia uso de la traceología en herramientas óseas del medio andino, son aquellas desarrolladas en el Programa de Investigación Junín que se inició con los trabajos de campo en 1974. Dicho Programa tenía la convicción de que en una de las regiones más hostiles en apariencia (ecosistema de puna), debía esconderse el origen y explicación de varios componentes mayores de desarrollo cultural andino.

Así en el abrigo de Telarmachay, en los andes del departamento de Junín, ocupado durante el período Precerámico y el Formativo, y luego utilizado de manera esporádica durante el Intermedio Tardío, se manifiestan características singulares como la ubicación por encima del límite superior de la agricultura, evidencias del inicio y proceso de domesticación animal, y el movimiento poblacional a larga distancia (trashumancia andina) que acababa de ser sostenida por Lynch (1980), y que puso de manifiesto la importancia de eventuales interacciones regionales en la evolución cultural de las poblaciones andinas.

Este sitio y contexto donde se descubrió una riqueza de herramientas óseas, ha arrojado una gran cantidad y variedad de estas herramientas que sobrepasan las 1.100 unidades, halladas en la mezcla con los desechos óseos alimenticios, fue investigada por Julien (1978-1980; 1986; 1995), y en una primera fase estudió los niveles formativos, donde se tiene más de 170 instrumentos óseos (Julien 1978-1980) que fueron clasificados según la morfología de su parte activa y la configuración de las huellas de uso, constituye el primer estudio donde se utilizó la traceología.

Esta primera propuesta de clasificación en base a la morfología y traceología, ha servido para ayudar a otros arqueólogos a clasificar sus herramientas óseas halladas en sitios anexos de Telarmachay tal como: Pachamachay, Lauricocha, San Blas, Guitarrero (Rick 1980; Cardich 1964; Morales 1978; Lynch 1980). Esta clasificación puso en evidencia un fenómeno tecnológico particular: en la mayoría de los casos, los artesanos



utilizaron de manera indiferenciada para una misma actividad, piezas cuidadosamente manufacturadas o esquirilas sumamente acondicionadas.

Por lo tanto, cuando se utilizó el cruce de caracteres morfológicos y de huellas de uso, Julien (1995) brindó las siguientes categorías: herramientas con parte activa lineal, parte activa plana, parte activa aguda, parte activa roma, parte activa cilíndrica y parte activa ahuecada. Aunque esta parte del análisis, menciona que hay algunas incertidumbres funcionales, los tipos de herramientas reflejan bastante bien la importancia relativa de las tareas y actividades realizadas en este abrigo en el nivel precerámico (Julien 1995).

Teniendo en cuenta que la riqueza de colecciones de herramientas óseas en el área andina, son numerosas y variadas, pero que carecían de estudios traceológicos, se empezó una investigación desde esta perspectiva metodológica, para empezar a conocer la función o funciones que habrían cumplido toda esta seriación tipológica realizada sin el beneficio de estos estudios. Los estudios realizados y sus interpretaciones, son los que a continuación vamos a detallar en forma sistemática, para conocer aspectos nuevos de la elaboración y función de las algunas herramientas óseas fabricadas en los contextos moche de la ZUM de Huaca de la Luna y tratar de asociarlos a las tipologías de diversos sitios contemporáneos del área andina, especialmente de la época Moche.

## **Materiales y Métodos**

### **A.- Diseño del programa experimental**

Se suscribe en la línea de Keeley (1980) y Gutiérrez (1990, 1996), quienes han aplicado dicha metodología al estudio de huellas de uso sobre material lítico. En este caso, esta línea también será tomada ajustándose a la materia ósea incluyendo bibliografía especializada (Campana 1989; Le Moine 2001; Averbouh 2001).

Para el planteamiento del programa experimental se ha manufacturado 38 herramientas óseas (Tabla 1), cuyo formato posee las características propias de un conjunto artefactual como el que se ha incluido en la tipología que se hizo para la ZUM. Las huellas de tecnología y uso, se han establecido por el conjunto de atributos relacionado a cada artefacto.

### ***Variables independientes***

Las variables independientes son todos los factores que intervienen en la experimentación: materia prima, tipo de instrumentos, tiempo, materia trabajada, actividad y van a influir en la formación de las huellas de uso.

La materia prima escogida ha tomado partes óseas de dos mamíferos: huesos secos de *Vicugna pacos* "alpaca", y fragmentos secos de asta de un *Cervidae*. Siendo los huesos secos los más aptos para trabajar.

El tipo de herramienta ósea elaborada tienen como matriz huesos de "alpaca" ya que se relaciona con el material arqueozoológico identificado

en los contextos arqueológicos de la ZUM y éstas poseen las características propias de un conjunto artefactual de tipología ósea Moche. Por otro lado, la alternativa de usar las astas, es sustentada por las diversas evidencias de esta materia prima para elaborar herramientas en la prehistoria.

**Tabla 1.-** Diseño del programa experimental para aplicar al estudio traceológico de las herramientas óseas de la Zona Urbana Moche

PROGRAMA EXPERIMENTAL: TRACEOLOGÍA SOBRE HUESO							
Tipo de útil	HUESO			ASTA			Total
Aguja	1A	Taladrar cuero seco		1B	Taladrar cuero seco		
	2A	Taladrar tela de algodón		2B	Taladrar tela de algodón		
			2			2	4
Punzón	3A	Taladrar cuero seco		3B	Taladrar cuero seco		
	4A	Taladrar tela de algodón		4B	Taladrar tela de algodón		
	5A	Perforar cuero seco		5B	Perforar cuero seco		
	6A	Horadar cuero seco		6B	Horadar cuero seco		
	7A	Perforar cerámica		7B	Perforar cerámica		
	8A	Grabar cerámica		8B	Grabar cerámica		
			6			6	12
Espátula	9A	Raer cuero seco		9B	Raer cuero seco		
	10A	Raer cuero fresco		10B	Raer cuero fresco		
	11A	Raer piel fresca		11B	Raer piel fresca		
	12A	Alisar arcilla con arena		12B	Alisar arcilla con arena		
	13A	Alisar arcilla con temperante de concha		13B	Alisar arcilla con temperante de concha		
	14A	Rebajar madera "palo de balsa"		14B	Rebajar madera "palo de balsa"		
	15A	Rebajar madera "algarrobo"		15B	Rebajar madera "algarrobo"		
			7			7	14
Cuchillo	16A	Cortar piel fresca de pescado con espinas		16B	Cortar piel fresca de pescado con espinas		
	17A	Escamar pescado fresco		17B	Escamar pescado fresco		
			2			2	4
Cinzel	18A	Introducir corteza (descortezar)		18B	Introducir corteza (descortezar)		
	19A	Introducir hueso fresco		19B	Introducir hueso fresco		
			2			2	4
Total			19			19	38

El tiempo ejercido en las acciones se presenta en la Tabla 2:

**Tabla 2.-** Variables independientes aplicadas en la experimentación y que influyen en las huellas de uso

VARIABLES INDEPENDIENTES: HUELLAS DE USO		
Tipo de útil	Acción ejercida	Tiempo total de trabajo
Aguja	Taladrar	90' (06 intervalos de 15')
Punzón	Taladrar	90' (06 intervalos de 15')
	perforar	90' (06 intervalos de 15')
	horadar	90' (06 intervalos de 15')
	grabar	90' (06 intervalos de 15')
Espátula	raer	90' (06 intervalos de 15')
	alisar	90' (06 intervalos de 15')
	rebajar	90' (06 intervalos de 15')
Cuchillo	cortar	90' (06 intervalos de 15')
	desescamar	90' (06 intervalos de 15')
Cinzel	introducir	90' (06 intervalos de 15')

Para el caso de las materias trabajadas y las acciones, tenemos:

- Cuero seco de “alpaca” para: taladrar, perforar, horadar y raer.
- Algodón en un textil llano, para taladrar.
- Arcilla en estado “cuero” (cerámica cruda) que ya había perdido la mayor parte del agua física, para elaborar una vasija de arcilla. Su consistencia rígida, es el momento indicado para realizar las acciones de perforar y grabar.
- Arcilla con temperante de concha. Se trata de una tierra fina, con agregados de silicatos de aluminio hidratados, esta procede del valle de Moche y se le ha agregado fragmentos pequeños de *Donax obesulus* “marucha” (bivalvo marino) como temperante. El estado de esta materia trabajada es “cuero” y la acción realizada es alisar.
- Arcilla con arena: a esta arcilla se le ha agregado arena fina para lograr una pasta homogénea y trabajarla en estado “cuero”.
- Madera, de la cual se ha aprovechado la parte sólida de dos árboles: *Ochroma lagopus* “palo de balsa” y *Prosopis pallida* “algarrobo”, ambos cubiertos por su corteza. La acción realizada para ambos casos fue la de rebajar y descortezar.
- Piel fresca del pez marino *Micropogonias sp.* “corvina”, que sirvió para ser cortada.
- Un ejemplar de pez marino *Micropogonias sp.* con escamas, para escamarlo.

### **Variables dependientes**

Entre las variables dependientes tenemos: el pulimento, estrías, embotamiento y desconchados. Cada una manifiesta sus atributos y son descritos teniendo en cuenta la observación en cada herramienta ósea relacionada con el trabajo ejecutado.

## **B.- Desarrollo de la experimentación**

Las 38 herramientas óseas han sido sometidas a diversas acciones con diferentes materias. Estas actividades, de características propias de sociedades prehistóricas se reflejan en acciones, tal como: taladrar, perforar, horadar, grabar, raer, alisar, rebajar, cortar, escamar e introducir. A continuación, se presenta en forma detallada el desarrollo de la experimentación de acuerdo a la materia trabajada y las acciones realizadas:

### **a.- Trabajo con cuero seco**

Se trabajó con piel de *Vicugna pacos* “alpaca”, la cual fue curtida aplicándole sal (cloruro de sodio) para luego dejarla expuesta al sol para que logre secarse totalmente. El trabajo desarrollado ha sido utilizar los útiles apuntados y romos. Destacan entre los apuntados las agujas y punzones para taladrar, perforar y horadar esta materia. Entre los útiles romos tenemos la utilización de espátulas para raer. En las siguientes tablas se muestran los números de experimentos, útiles usados indicando las acciones y sus sub-variables:

**Tabla 3.-** Desarrollo experimental del trabajo con cuero seco

TRABAJO CON CUERO SECO							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
1 A	Aguja	Hueso	Taladrar	puntual	percusión d	45 <sup>a</sup>	unidireccional
1 B	Aguja	Asta	Taladrar	puntual	percusión d	45°	unidireccional
3 A	Punzón	Hueso	Taladrar	puntual	percusión d	45 <sup>a</sup>	unidireccional
3 B	Punzón	Asta	Taladrar	puntual	percusión d	45°	unidireccional
5 A	Punzón	Hueso	Perforar	puntual	presión	90°	bidireccional
5 B	Punzón	Asta	Perforar	puntual	presión	90°	bidireccional
6 A	Punzón	Hueso	Horadar	puntual	presión	90°	bidireccional
6 B	Punzón	Asta	Horadar	puntual	presión	90°	bidireccional
9 A	Espátula	Hueso	Raer	transversal	presión	45 <sup>a</sup>	bidireccional
9 B	Espátula	Asta	Raer	transversal	presión	45°	bidireccional

**b. Trabajo con cuero fresco:**

En la experimentación se ha trabajado con cuero fresco de *Vicugna pacos* “alpaca”, utilizando espátulas con las cuales la acción que se ha llevado a cabo fue la de raer, con la finalidad de tener otra acción diferente con este material y así tener otras huellas para la comparación.

**Tabla 4.-** Desarrollo experimental del trabajo con cuero fresco

TRABAJO CON CUERO FRESCO							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
10 A	Espátula	Hueso	Raer	transversal	presión	45 <sup>a</sup>	bidireccional
10 B	Espátula	Asta	Raer	transversal	presión	45°	bidireccional

**c. Trabajo con tela de algodón**

Se ha utilizado una tela fabricada con *Gossypium barbadense* “algodón” en estado seco para realizar actividades con cuatro herramientas apuntadas, cuya tipología encajaría con actividades relacionadas al manejo de fibras vegetales y textilera.

**Tabla 5.-** Desarrollo experimental del trabajo con textil de algodón

TRABAJO CON TELA DE ALGODÓN							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
2 A	Aguja	Hueso	Taladrar	puntual	percusión d	45 <sup>a</sup>	unidireccional
2 B	Aguja	Asta	Taladrar	puntual	percusión d	45°	unidireccional
4 A	Punzón	Hueso	Taladrar	puntual	percusión d	45 <sup>a</sup>	unidireccional
4 B	Punzón	Asta	Taladrar	puntual	percusión d	45°	unidireccional

**d. Trabajos con arcilla en estado cuero:**

Los trabajos con esta materia prima son diversos, tenemos actividades con ocho herramientas, de los cuales cuatro son punzones. Con dos punzones se efectúa la acción de perforar y con los otros dos punzones se realiza la acción de grabar. Luego actividades con cuatro espátulas para alisar. La materia trabajada se presenta como arcilla en

estado “cuero”, en algunos casos se ha utilizado arcilla mezclada con arena y en otros casos arcilla con temperante de concha.

**Tabla 6.-** Desarrollo experimental del trabajo con arcilla pre-cocción

TRABAJO CON ARCILLA PRE-COCCIÓN							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
7 A	Punzón	Hueso	Perforar	puntual	presión	45° a 90°	rotatorio
7 B	Punzón	Asta	Perforar	puntual	presión	45° a 90°	rotatorio
8 A	Punzón	Hueso	Grabar	puntual	presión	45° a 90°	unidireccional
8 B	Punzón	Asta	Grabar	puntual	presión	45° a 90°	unidireccional
12 A	Espátula	Hueso	Alisar	transversal	presión	45°	dos sentidos
12 B	Espátula	Asta	Alisar	transversal	presión	45°	dos sentidos
13 A	Espátula	Hueso	Alisar	transversal	presión	45°	dos sentidos
13 B	Espátula	Asta	Alisar	transversal	presión	45°	dos sentidos

### e. Trabajos con madera

En los estudios arqueobotánicos de la ZUM se ha identificado dos tipos de madera que se han trabajado constantemente: *Prosopis pallida* “algarrobo” (Fabaceae) y *Ochroma lagopus* “palo de balsa” (Bombacaceae), por lo cual se han tomado como materia vegetal para trabajar en el programa experimental. Los útiles empleados han sido cuatro espátulas para rebajar estos tipos de maderas y dos cinceles para sacar su corteza (descortezar).

**Tabla 7.-** Desarrollo experimental del trabajo con madera

TRABAJO CON MADERA							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
14 A	Espátula	Hueso	Rebajar	transversal	presión	45 <sup>a</sup>	un sentido
14 B	Espátula	Asta	Rebajar	transversal	presión	45°	un sentido
15 A	Espátula	Hueso	Rebajar	transversal	presión	45 <sup>a</sup>	un sentido
15 B	Espátula	Asta	Rebajar	transversal	presión	45°	un sentido
20 A	Cinzel	Hueso	Introducir	transversal	percusión i	90°	unidireccional
20 B	Cinzel	Asta	Introducir	transversal	percusión i	90°	unidireccional

### f. Trabajo con piel fresca

La piel fresca es considerada como una materia blanda, para este caso se utilizaron dos tipos de especies, un mamífero y un pez. Con la piel de *Vicugna pacos* “alpaca” se emplearon dos espátulas para raer, y con individuos completos de *Micropogonias sp.* “corvina”, se utilizaron cuatro cuchillos: dos se emplearon para cortar y dos para desescamar (sacar escamas). La acción de cortar fue para el músculo o carne del pez, y la acción de desescamar fue sobre la piel externa donde se insertan las escamas.



**Tabla 8.-** Desarrollo experimental del trabajo con piel fresca

TRABAJO CON PIEL FRESCA							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
11 A	Espátula	Hueso	Raer	transversal	presión	45°	bidireccional
11 B	Espátula	Asta	Raer	transversal	presión	45°	bidireccional
16A	Cuchillo	Hueso	Cortar	longitudinal	presión	90°	unidireccional
16B	Cuchillo	Asta	Cortar	longitudinal	presión	90°	unidireccional
17 A	Cuchillo	Hueso	Escamar	transversal	presión	<45°	unidireccional
17 B	Cuchillo	Asta	Escamar	transversal	presión	<45°	unidireccional

### **g. Trabajo con hueso fresco**

El material óseo trabajado ha sido hueso fresco de “alpaca” con el cual se ha utilizado dos cinceles para realizar la acción de introducir.

**Tabla 9.-** Desarrollo experimental del trabajo con hueso fresco

TRABAJO CON HUESO FRESCO							
N° Exp.	Util	Materia	Acción	Tipo de acción	Modo de acción	Angulo de trabajo	Tipo de movimiento
19 A	Cinzel	Hueso	Introducir	transversal	percusión i	90°	unidireccional
19 B	Cinzel	Asta	Introducir	transversal	percusión i	90°	unidireccional

### **C.- Preparación de la muestra para microscopía**

Previamente a la observación se ha tomado las precauciones de limpieza con el objetivo de eliminar residuos adheridos durante la realización de la experimentación. La limpieza de las muestras experimentales en relación a las arqueológicas, es que se debe emplear el mismo tipo de limpieza para ambas (Keeley 1978).

Para las muestras experimentales se procedió a una limpieza suave (Levi-Sala 1987; Grace 1989) que somete a la muestra, a una solución de agua no ionizada y detergente de pH neutro. Luego es colocada en una cubeta ultrasónica por 5 minutos. Seguido de un aclaramiento con agua no ionizada. Adicionalmente se ha aplicado una torunda humedecida en acetona pura mediante movimientos descendentes. Se deja secar bien y se encuentra listo para ser observada.

Para el caso de las muestras arqueológicas la limpieza se realiza aplicando una torunda humedecida igualmente en acetona. Posteriormente se deja secar para pasar a observación.



## **D.- Observación microscópica**

A pesar de que los últimos estudios de clasificación del instrumental óseo tienen en consideración las huellas macroscópicas que aparecen en la superficie del útil (Pascual 1998). La observación microscópica es una técnica que suele hacerse con objetivos de mayor aumento para obtener imágenes detalladas. El registro fotográfico con aquellos microscopios que tienen incorporada una cámara fotográfica y un programa, permiten documentar las huellas en varios planos y las imágenes son obtenidas a mayores aumentos y con contrastes, las que sirven para caracterizar las variables dependientes (estrías, pulimento, desconchados, embotamiento y residuos).

### **a. Microscopía de luz simple**

En este caso se ha basado en la utilización de una lupa binocular Wild, con aumentos de 6X, 4X, 10X, 16X, 25X y 40X, y un microscopio metalográfico Leica de luz reflejada (modelo Leitz DMRX) y contraste interferencial de tipo Nomarski (DIC), que ofrece una buena resolución (100X a 500X). Este equipo presenta conexión a una cámara digital Canon Power Shot S 50. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Madrid. El registro fotográfico ha permitido documentar las huellas en varios planos y las imágenes fueron obtenidas a aumentos de 40X y 100X, las que sirven para caracterizar las variables dependientes (estrías, pulimento, desconchados, embotamiento y residuos).

### **b. Microscopía electrónica de barrido (MEB)**

Actualmente el uso del MEB se ha ampliado enormemente, aplicándose a la traceología (D'Errico y Backwell 2003; D'Errico y Henshilwood 2007), siendo uno de sus retos captar la organización estructural de las diversas huellas y la obtención de una imagen de calidad. En esta dirección se ha aplicado la microscopía electrónica de barrido (MEB) para obtener información topográfica del área de las partes activas de las herramientas óseas. Al mismo tiempo, cuando ha sido necesario, se ha aplicado la microsonda láser EDS (Energía Dispersiva de Rayos X), las cuales están incorporadas en el MEB, y sirven para obtener análisis microquímicos cuantitativos de áreas muy pequeñas de una muestra, no obtenibles por otros procedimientos.

La captación de imágenes se ha obtenido con calidad de resolución baja (25X) y a elevado aumento (1000X) y amplitud de campo. El equipo que se utilizó corresponde a un microscopio electrónico de barrido ambiental (modelo FEI QUANTA 200, Oxford Instruments) del Laboratorio de técnicas no destructivas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, España. Dicho microscopio opera con tres modos de vacío: alto vacío, bajo vacío y modo ambiental, con detectores de electrones secundarios y retro dispersados para todos

los modos de vacío. La ventaja del uso de este microscopio fue la observación y microfotografía de muestras sin preparación previa (no requirió metalización con oro), esto quiere decir en su estado natural, simplemente limpio, en el modo de bajo vacío, lo cual constituye una ventaja muy importante para la obtención de imágenes sin ninguna alteración.

Las diferencias que se observan entre el microscopio óptico (MO) y el MEB, es la mayor resolución que nos brinda el MEB para observar este tipo de huellas, sin embargo, el MO nos muestra detalles por el uso de fotones, que implica observar colores y matices, que no son observables con el MEB que usa electrones para barrer la superficie de una muestra. Por lo tanto, mientras el MEB proporciona una mejor caracterización de la topografía de una huella, el MO complementa con los detalles fotónicos.

**E.- Otros análisis**

Adicionalmente el MEB, dispone de la Energía Dispersiva de Rayos X (EDS por sus siglas en inglés) y otro WDS (longitud de onda dispersiva). Por lo cual se aplicó sobre alguna estría o ranura conteniendo algunas partículas, que permitieron mediante el perfil microquímico, asociar estos resultados a la funcionalidad de las herramientas.

**F.- Registro**

Se han utilizado diversas fichas de registro, las cuales han sido diseñadas para ordenar los materiales y llevar a cabo todas las anotaciones de sus datos y de sus imágenes. Por ejemplo, para la colección arqueológica se ha diseñado una ficha que resume el perfil del contexto arqueológico y su tipología, esta ha sido colocada adjunto a cada herramienta.

Para la colección experimental se ha elaborado una ficha de carácter general, esta resume los principales datos del útil, sus características de las variables independientes. Esta ha sido colocada adjunto a la herramienta experimental:

Programa Experimental: Traceología sobre hueso			
Util:	Nº:	Peso:	
Materia prima:			
Acción:	Tiempo:		
Materia trabajada:	Estado:		
Angulo de trabajo:	Experimentador:		
Fotos: Macro:	Lupa:	Micros:	SEM:

**Figura 1.-** Diseño de ficha de para la colección del Programa Experimental de la industria ósea de la ZUM.

El registro de las variables dependientes, resume las características de las variables en la cara dorsal (CD), cara ventral (CV) y extremo distal (ED), tal como se aprecia en la siguiente hoja. Finalmente tenemos el registro fotográfico digital del programa experimental y de las piezas arqueológicas.

## Resultados

### 1. Traceología sobre hueso: Colección experimental

El número de piezas experimentales elaboradas es de 38 (de hueso 19 y de la asta, también 19) con las cuales se planificaron una serie de experimentos tratando de matizar un cúmulo de variables. Cada estado de cada materia trabajada se experimentó con diversas acciones sobre las herramientas óseas, sin problema alguno en el desarrollo del programa experimental (Tabla 10).

**Tabla 10.-** Traceología sobre hueso (H) y asta (A): Programa Experimental: los útiles, las acciones y materia trabajada

TRACEOLOGÍA SOBRE HUESO: PROGRAMA EXPERIMENTAL												
Los útiles, las acciones y la materia trabajada												
Acción	Materia trabajada	Aguja		Punzón		Espátula		Cuchillo		Cinzel		Total
		H	A	H	A	H	A	H	A	H	A	
Taladrar	cuero seco	1	1	1	1							4
Taladrar	tela de algodón	1	1	1	1							4
Perforar	cuero seco			1	1							2
Horadar	cuero seco			1	1							2
Perforar	arcilla estado cuero			1	1							2
Grabar	arcilla estado cuero			1	1							2
Raer	cuero seco					1	1					2
Raer	cuero fresco					1	1					2
Raer	piel fresca					1	1					2
Alisar	arcilla con temperante de arena					1	1					2
Alisar	arcilla con temperante de concha					1	1					2
Rebajar	madera "palo de balsa"					1	1					2
Rebajar	madera "algarrobo"					1	1					2
Cortar	piel fresca de pescado con espina							1	1			2
Desescamar	pescado fresco							1	1			2
Introducir	corteza de "algarrobo"									1	1	2
Introducir	hueso fresco									1	1	2
Total		2	2	6	6	7	7	2	2	2	2	38

### 2.- Huellas tecnológicas y de uso en la colección experimental

Las huellas tecnológicas se definen como las señales o rastros que se han quedado impresas sobre la superficie de la herramienta ósea producto de su manufactura, por lo general, se pueden observar a simple vista en forma tenue y mucho mejor con apoyo de equipos de altos y bajos aumentos.

En la elaboración de las diversas herramientas óseas las huellas tecnológicas se van modificando con el desarrollo de la tecnología,

guardando relación con las acciones mecánicas realizadas. Para la transformación de la matriz a soporte base, la aplicación de la fuerza ha logrado las siguientes acciones: en los huesos largos (fémur, tibia y metapodios), el objetivo inicial fue eliminar las epífisis para el aprovechamiento de la diáfisis. La aplicación de la tecnología implicó usar una sierra metálica con la cual se efectuó en ambos extremos un ranurado longitudinal donde se aplicó abrasión y aserrado. Lograda la hendidura del ranurado se continuó con el aserrado hasta adelgazar al mínimo el tejido óseo para luego aplicar presión/percusión directa lo cual hizo flexionar el hueso consiguiendo inicialmente una microfractura que al aplicarle fuerza se alcanzó la fractura total, desprendiendo las epífisis y quedando la diáfisis.

Las diáfisis pusieron a la vista en sus extremos las huellas de esta fractura mostrando una superficie con textura áspera rugosa, presencia de algunos craquelados (producto de la percusión), estrías frecuentes en dirección paralela, de diferente tamaño y profundidad. Estas huellas fueron afectadas posteriormente quedando eliminadas al aplicar la tecnología para la modificación del soporte base a la forma deseada, para lo cual se ha procedido como se señala en los criterios tecnológicos, que implican el uso de la piedra arenisca y la aplicación de acciones, tal como:

La abrasión, que implica el desgaste por fricción; el raspado, con el cual se frota ligeramente aplicando fuerza para quitarle alguna parte superficial y moldear la herramienta; los cortes transversales; el retoque, que se realiza con pulsación repetida y frecuente para quitar fallas y componer ligeros desperfectos; finalmente para el caso de las perforaciones, se agujerea utilizando un fragmento de sílex con punta, que por movimiento rotatorio se logrará una pequeña cavidad, orificio o agujero.

#### **a. Agujas:**

Se definen como herramientas apuntadas de cuerpo alargado y fino, su fuste posee bordes convergentes hacia el extremo apuntado y en el extremo proximal presenta una perforación conocida como “ojo” por donde debió ingresar el hilo para realizar diversas actividades.

La tecnología para elaborar agujas indica obtener la preforma, que estuvo conformado por fragmentos de diáfisis de los huesos largos. Posteriormente fue necesario aplicar la abrasión en una piedra de arenisca plana hasta lograr su forma y finalmente realizar la perforación. En todo este proceso las huellas tecnológicas son notorias y más aún en centrar la perforación para lograr el “ojo de la aguja” (Figura 2).

Esta perforación se inicia usando una pequeña lasca-buril, con la cual se va ejerciendo rotación alternativa por ambas caras (“ranurado de ataque”), logrando una pequeña ranura que se va excavando progresivamente hasta lograr la perforación. Esta técnica genera un “ojo” ovalado. Si la perforación es realizada mediante un movimiento de rotación circular alterna, ya sea de 180° a 360°, el resultado es un “ojo” circular.

En ambos casos se ha observado el área alrededor del “ojo”, que presenta la marcación de las zonas de inicio y pausa del movimiento técnico, presencia de estrías paralelas, verticales y circulares que son frecuentes (Figura 2C), estas indican el recorrido de la lasca-buril. El pulimento de esta superficie es poco desarrollado, de contraste alto, sin brillo y textura áspera. No hay manifestación de embotamiento y los desconchados están ausentes. Esta tecnología para lograr las perforaciones en las agujas, se puede corroborar en los trabajos de Piel-Desruisseaux (1989: 230-231) y Gutiérrez (1999: 198).

La parte activa de las agujas presentan como huellas tecnológicas la relación del desarrollo del pulimento con los efectos de la abrasión permanente que se ejecutó al trabajar con una piedra arenisca plana. Su pulimento oscila entre 0.5 y 1.5 grados en hueso y 1.5 a 2 en asta. La extensión del pulimento es longitudinal y corre a lo largo del borde en el hueso y sólo parcial en la asta. Esta extensión guarda relación con el área que ha abarcado el abrasionado. La extensión perpendicular, va desde el filo hacia el interior y se manifiesta para ambos casos en forma marginal.

La topografía se desarrolla sobre las partes elevadas sin llegar a formar grandes extensiones, tanto para el hueso y asta. El contorno se manifiesta desflechado e impreciso en el hueso y neto irregular e impreciso en la asta.

El brillo va de brillante a brillante indefinido en el hueso y luminoso y brillante en la asta. La textura describe el aspecto general de la superficie del pulimento, por lo que se denota curvada áspera, lisa áspera en el hueso y lisa áspera y diluida en asta. Entre los accidentes se describen los microagujeros y craquelados en el hueso y en la asta.

Las estrías, se manejan como un rasgo diagnóstico, se observaron estrías cortas, anchas y paralelas formando grupos, en cantidad son frecuentes, tanto en hueso como en asta. Su orientación guarda relación con la dirección del movimiento: paralelas (abrasión longitudinal), oblicua (abrasión diagonal). Los tipos de estrías son de fondo rugoso en la asta y de fondo liso y de surcos paralelos en el hueso. Estas varían de tamaño: cortas y largas.

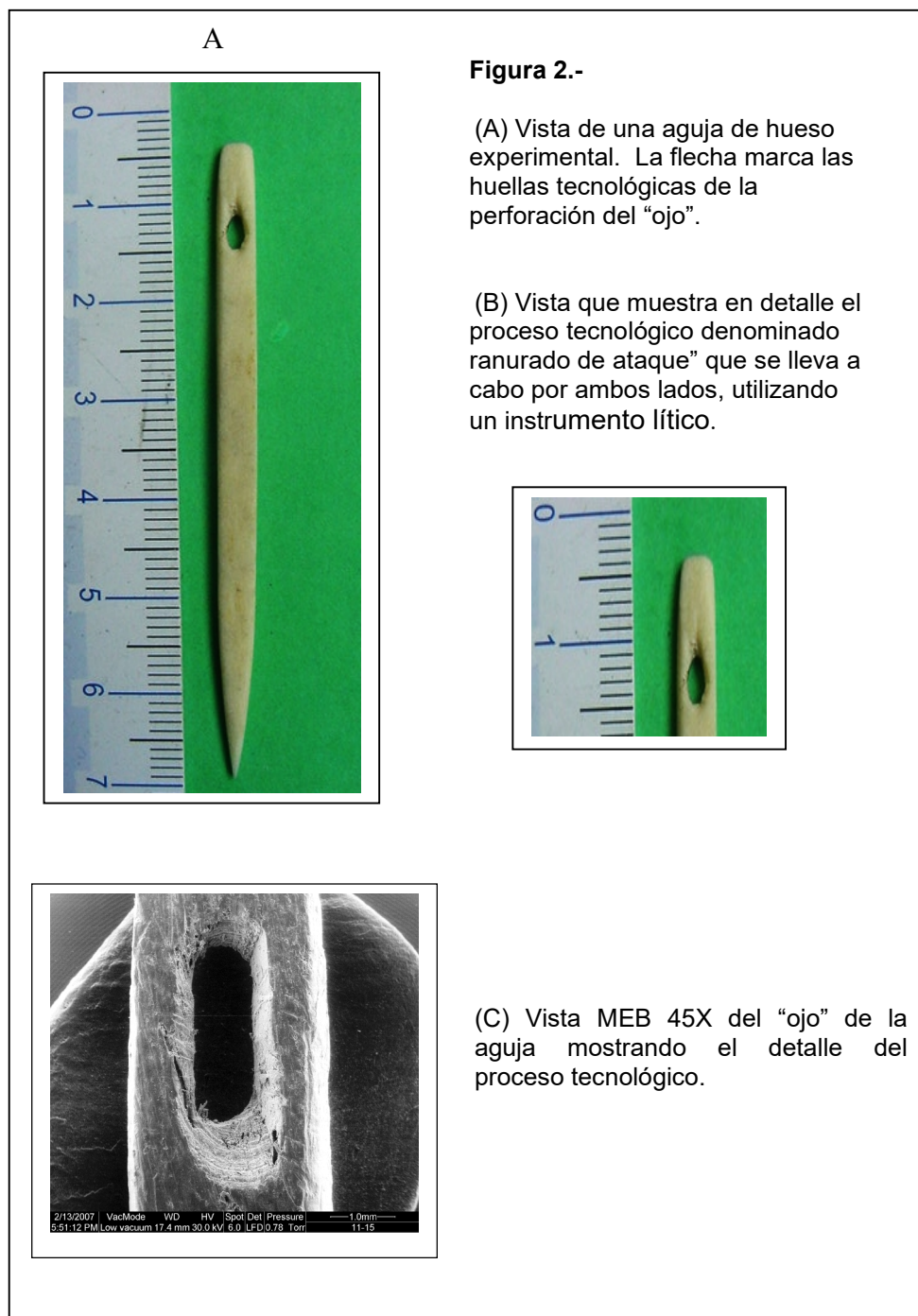
El embotamiento, se ubica en las partes activas, su grado es bajo. En cuanto a los desconchados no se observan.

En cuanto a las **agujas que han taladrado cuero seco** el desarrollo del pulimento se localiza en la parte activa y cubre áreas amplias, pero a la vez está limitado a ciertos espacios. Se observa también pulimento en la zona alrededor del “ojo” y sus bordes laterales (Figura 3A y 3B), lo cual se interpreta que se hizo la inserción total de la herramienta ósea en la materia trabajada.

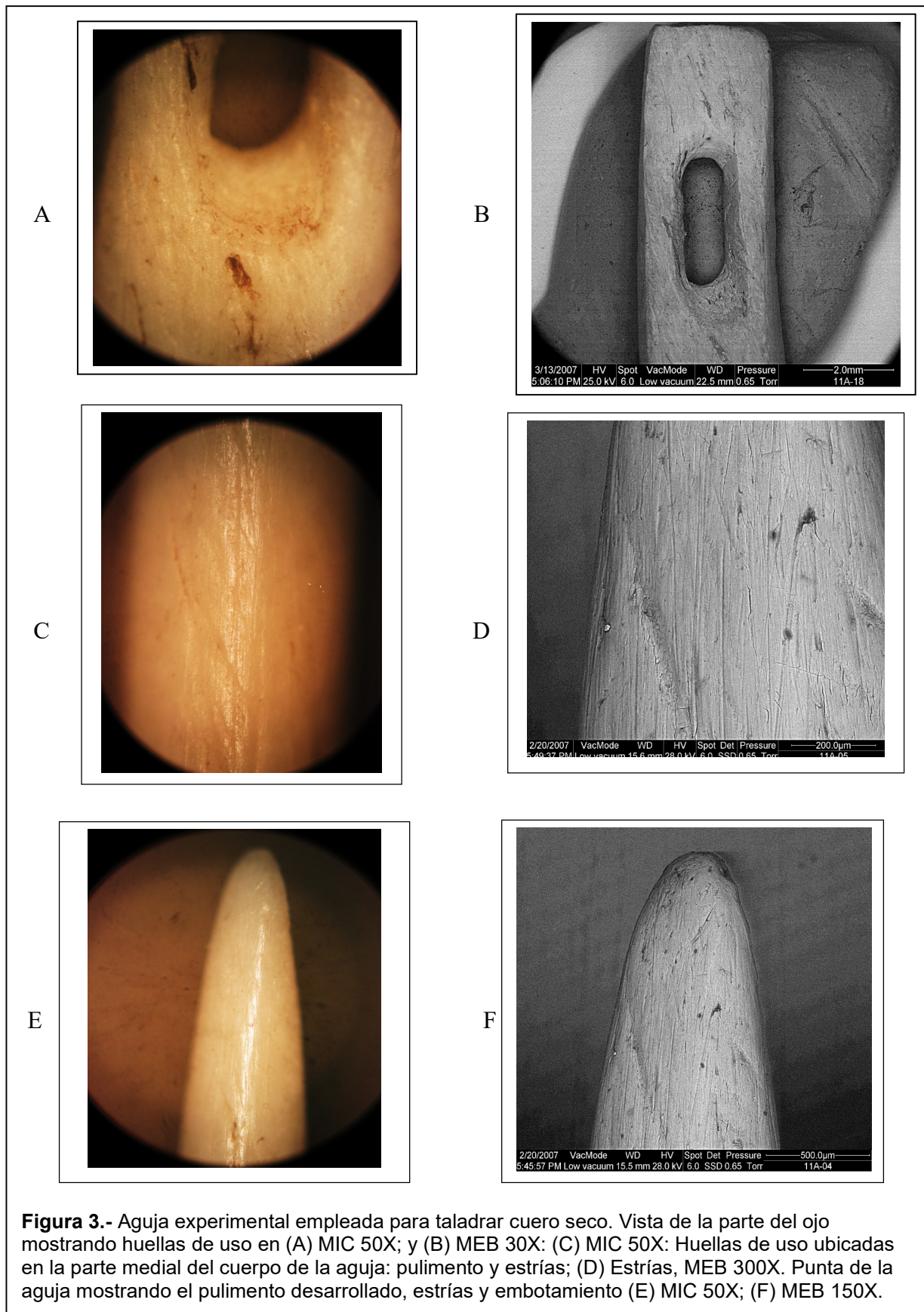
La topografía se describe como homogénea, ya que cubre zonas elevadas y deprimidas. La calidad de compactación se detalla como espeso, mientras la textura se precisa como lisa, de contorno neto regular, brillante e incluso luminoso en la asta.

Las estrías en el trabajo experimental con cuero seco se localizan en la parte activa, siguen la dirección oblicua (Figura 3F) y su continuidad es frecuente, asociado a pulimento (Figura 3E). El tipo de fondo es liso en hueso y rugoso en la asta.

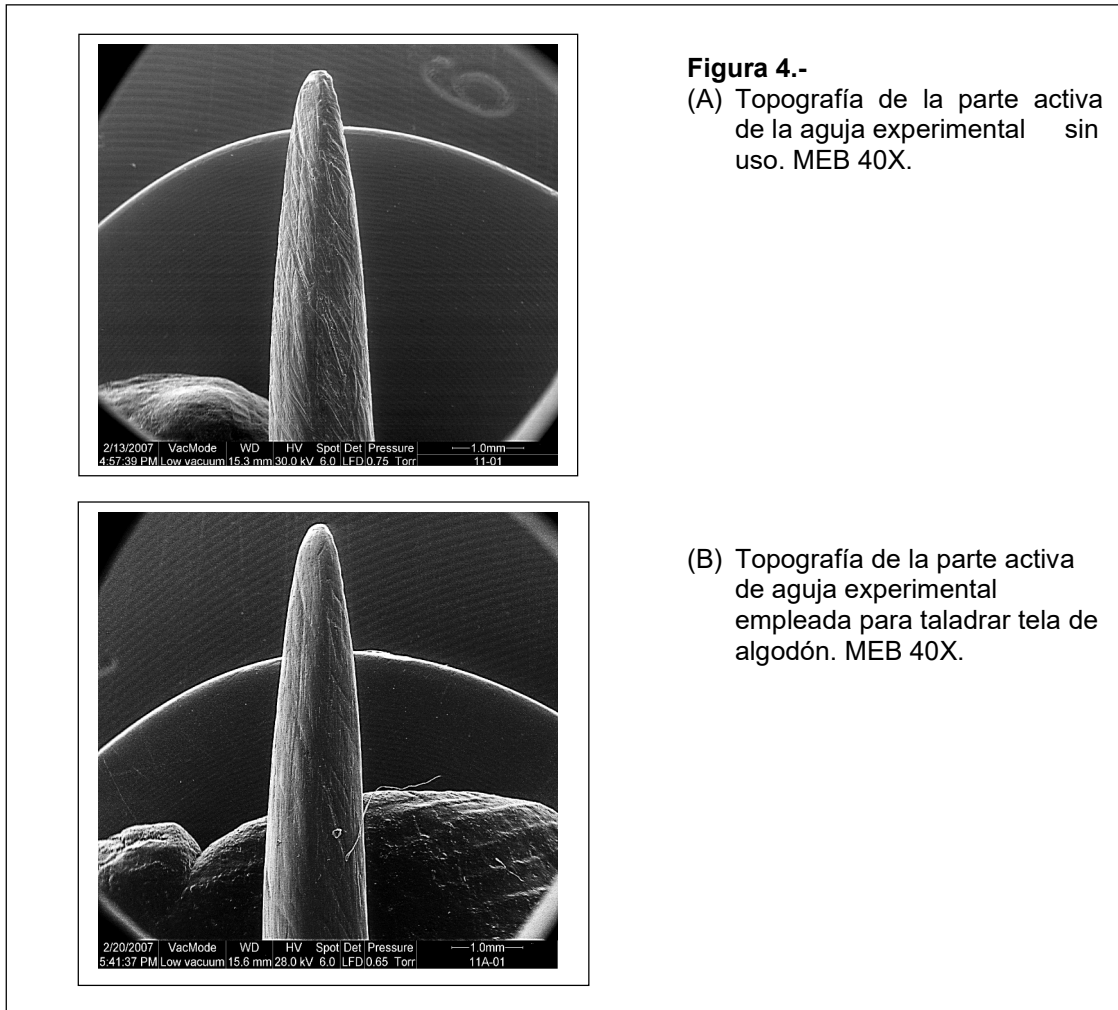
La acción de taladrar cuero seco se ejecuta entre 45° a 90° y el embotamiento se va forjando a medida que la fricción es continua con el cuero seco, dando como resultado embotamiento en la zona activa.







En el caso de **agujas que han taladrado tela de algodón** el pulimento causado por una fricción en 45° a 90° es poco desarrollado, su extensión longitudinal es restringida, mientras que la extensión perpendicular es marginal. La topografía es media, el contorno neto regular, su espesor plano, poco compacto, presentando un contraste medio (Figura 4B). El brillo, en el caso de los útiles de hueso se presenta brillante, mientras en los útiles de asta su brillo es indefinido. La trama se destaca por ser semicerrada, textura lisa y se pueden apreciar escasos microagujeros.



**Figura 4.-**  
 (A) Topografía de la parte activa de la aguja experimental sin uso. MEB 40X.

(B) Topografía de la parte activa de aguja experimental empleada para taladrar tela de algodón. MEB 40X.

Las estrías no son escasas, se ubican en la parte activa, van en dirección oblicua asociadas a pulimento, son de fondo liso. El grado de embotamiento es bajo y se sitúa en las aristas y punta. Los desconchados no se aprecian.

El grado de embotamiento es bajo y se sitúa en las aristas y punta (Figura 4B). Los desconchados no se registran.

**b. Punzones:**

Los punzones son herramientas alargadas que se elaboran a partir del facetado de diáfisis de huesos largos. Su extremidad distal lo conforma una punta más o menos con filo y la extremidad proximal puede ser natural o estar acondicionada en diferentes grados para lograr la ergonomía.

Para los punzones se tomó los datos de Pascual (1998) para su elaboración, quien fundamenta cada fase de trabajo, tal como: técnicas empleadas en la obtención del soporte (la percusión, la flexión o torsión, el aserrado, la abrasión longitudinal, el ranurado longitudinal, el doble ranurado y el empleo del fuego); técnicas para obtener la forma deseada (la abrasión, el raspado, los cortes longitudinales, el vaciado, el retoque y la perforación); técnicas utilizadas en el acabado de las piezas (el pulido, la incisión, el relleno y la pintura) y las consignadas al acoplamiento de diversos elementos (la presión, el ensartado, el cosido las perforaciones de reparación).

Se han tomado para los punzones las tibias y metapodios de “alpaca” (Figura 5), lo cual implican un ranurado longitudinal, aprovechando para ello la longitud de la diáfisis. Como ya han comprobado otros autores (Camps-Fabrer, H., 1977), este método requiere una gran cantidad de esfuerzo, energía y tiempo, aun cuando se moje continuamente el hueso durante la ejecución del trabajo.



**Figura 5.-** Punzón experimental elaborado de un metatarsiano proximal de *Vicugna pacos* “alpaca”

Sin embargo, se recurre a una percusión indirecta en la parte de la diáfisis para la obtención de dos fragmentos óseos, uno proximal y otro distal, que servirán para la elaboración de los punzones. En otros casos, los dos fragmentos no se separan completamente, teniendo que requerir la flexión.

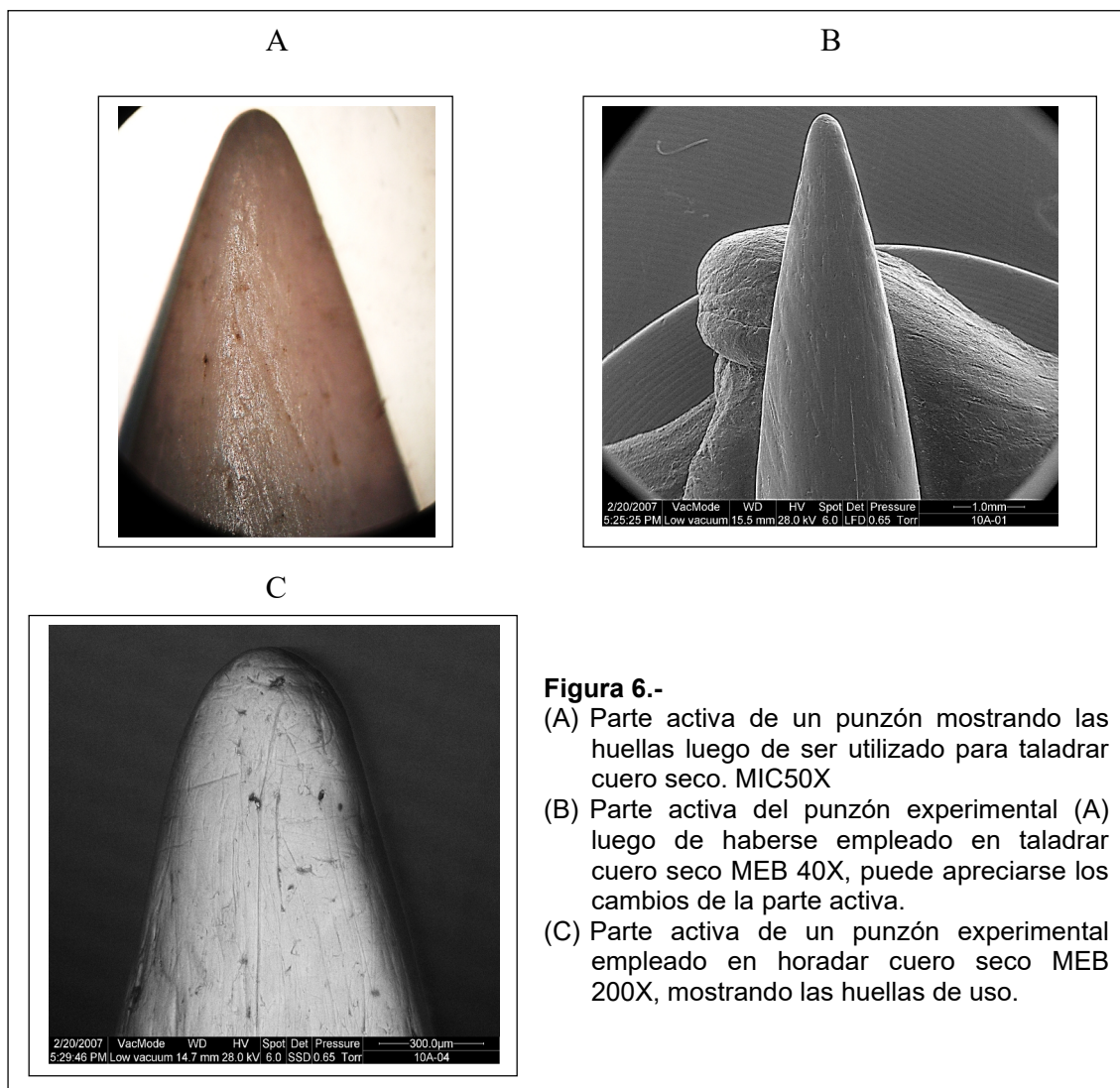
Para el caso de los punzones de asta, los más fáciles de realizar, se fabricaron empleando los candiles de la asta. El candil se separó de la asta



media mediante aserrado transversal con una sierra metálica y su punta se conformó mediante abrasión con una piedra arenisca.

Observando las huellas tecnológicas de los punzones, el desarrollo del pulimento se fija en la parte activa y en las áreas adyacentes presentándose con desarrollo con extensión longitudinal, la topografía es relativamente homogénea, de contorno neto regular, contraste alto, su brillo va de luminoso a brillante, de textura lisa y escasos accidentes. Las estrías se localizan en su parte activa y van indicando la cinemática del útil, son frecuentes y van en dirección paralela y perpendicular (Figura 6A). El embotamiento posee grado medio forjándose por la fricción continua mediante abrasión con una piedra arenisca. Los desconchados son escasos pudiendo manifestarse de forma irregular.

Los punzones han sido utilizados para: taladrar tela de algodón, taladrar cuero seco, perforar cuero seco, horadar cuero seco, perforar arcilla con temperante de arena y grabar en arcilla con temperante de arena.



**Figura 6.-**

- (A) Parte activa de un punzón mostrando las huellas luego de ser utilizado para taladrar cuero seco. MIC50X
- (B) Parte activa del punzón experimental (A) luego de haberse empleado en taladrar cuero seco MEB 40X, puede apreciarse los cambios de la parte activa.
- (C) Parte activa de un punzón experimental empleado en horadar cuero seco MEB 200X, mostrando las huellas de uso.

Los **punzones que han taladrado tela de algodón**, presentan en la parte activa un pulimento poco desarrollado, por lo cual su extensión longitudinal es restringida, su topografía media, contorno neto regular, espesor plano, contraste medio, brillante en punzón de hueso y en punzón de asta su brillo es indefinido, la trama semicerrada, textura lisa y presencia de algunos microagujeros. Las estrías son escasas, se observan algunas en dirección oblicua, asociado al pulimento sobre fondo liso. El embotamiento se localiza en la punta y es de bajo grado. Desconchados ausentes.

Los **punzones que han taladrado cuero seco**, presentan en la parte activa el pulimento muy desarrollado, de extensión longitudinal total, topografía media, contorno neto regular, espeso (Figura 6B), de contraste alto, brillo metálico en el punzón de hueso (Figura 6A) y brillo luminoso en el punzón de asta, de trama compacta, textura curvada y presencia de craquelados. Las estrías son frecuentes, en dirección paralela y otras oblicuas, siempre asociado al pulimento, de fondo liso en punzones de hueso y fondo rugoso en punzón de asta. El embotamiento se ubica en las aristas y punta y generalmente es de grado alto. Los desconchados están ausentes.

Los **punzones que se emplearon para perforar cuero seco**, han realizado un agujero rotando en dirección semicircular y en su parte activa presenta el pulimento muy desarrollado en la parte activa, su extensión longitudinal media, de topografía homogénea, contorno neto regular, con espesor, contraste alto, brillo en punzones de hueso brillante y en punzones de asta luminoso, de trama cerrada en punzones de hueso y compacta en punzones de asta, textura lisa y no presentan accidentes. Las estrías son frecuentes en dirección paralela, asociado a pulimento y de fondo liso. El embotamiento se presenta en la punta y de grado alto. Escasos desconchados.

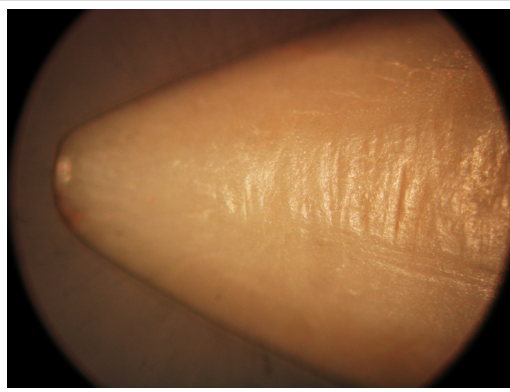
Los **punzones que se emplearon para horadar cuero seco**, han cumplido el movimiento de realizar un agujero rotando en dirección circular aplicando presión, el pulimento se manifiesta con desarrollo medio, con extensión longitudinal total en punzones de hueso y medio en punzones de asta, la topografía homogénea, contorno neto regular en punzones de hueso e indefinido en punzones de asta, espeso, contraste alto, brillo apagado en punzones de hueso y en punzones de asta indefinido, trama cerrada y textura lisa en punzones de hueso y en punzones de asta curvada áspera, craquelados como accidentes. Estrías frecuentes asociadas al pulimento en fondo liso y a veces en surcos paralelos en punzones de hueso. Embotamiento situado en la punta y de grado medio. Ausencia de desconchados.

La arcilla que se ha utilizado con los punzones es una arcilla con temperante de arena. El estado de esta materia es denominado “estado cuero”, porque la arcilla ha perdido humedad.

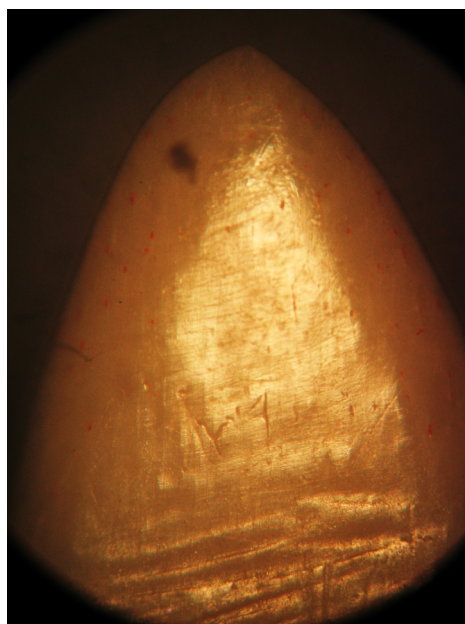
En los **punzones que perforaron arcilla con temperante con arena**, los atributos del pulimento poseen desarrollo medio, de extensión longitudinal total, topografía homogénea en punzones de hueso y topografía media en punzones de asta, de contorno neto regular, espeso, contraste alto, brillante en punzones de hueso y luminoso en punzones de asta, trama semicerrada,

textura lisa y presencia de craquelados. Las estrías son frecuentes, agrupadas en dirección horizontal, asociadas al pulimento en fondo liso (Figura 7). Ausencia de desconchados y embotamiento.

En los **punzones que grabaron arcilla con temperante con arena**, el pulimento en la parte activa es de desarrollo medio, la extensión longitudinal medio, topografía media, contorno neto irregular, espesor medio, contraste medio, brillante en punzones de hueso (Figura 8) y luminoso en punzones de asta, trama semicerrada y textura de curvada suave. Las estrías son frecuentes en dirección oblicua, siempre asociadas al pulimento sobre un fondo liso, no presentan desconchados, ni embotamiento (Figura 8).



**Figura 7.-**  
Parte activa de punzón experimental utilizado para perforar arcilla con temperante con arena MIC 50X.



**Figura 8.-**  
Detalle de la parte activa de punzón experimental empleado para grabar arcilla con arena. Se aprecia el alto desarrollo del pulimento MIC 50X.



### c.- Espátulas:

Las espátulas son herramientas alargadas de sección plana, se caracteriza por presentar en la parte distal un borde romo, por lo cual esta parte es más ancha y de menor espesor que el resto de la pieza.

Para su fabricación se han tomado las epífisis distales de los metacarpianos de “alpaca”, a los que se les aplicó abrasión usando una piedra caliza con el objetivo de eliminar la curvatura natural, así como la médula esponjosa y finalmente darle forma a la parte activa. Se ha tenido presente las recomendaciones de Pascual (1998).

Las huellas tecnológicas se aprecian en la parte activa con presencia de pulimento poco desarrollado, estrías frecuentes en dirección paralela y perpendicular, se asocian al pulimento en fondo liso. El embotamiento se presenta medio desarrollado, los desconchados están presentes en forma individual a lo largo del borde de la parte activa.

Las espátulas han sido utilizadas para raer cuero seco, cuero fresco y piel fresca; alisar arcilla con temperante de arena, alisar arcilla con temperante de concha; rebajar madera: “palo de balsa” y “algarrobo”.

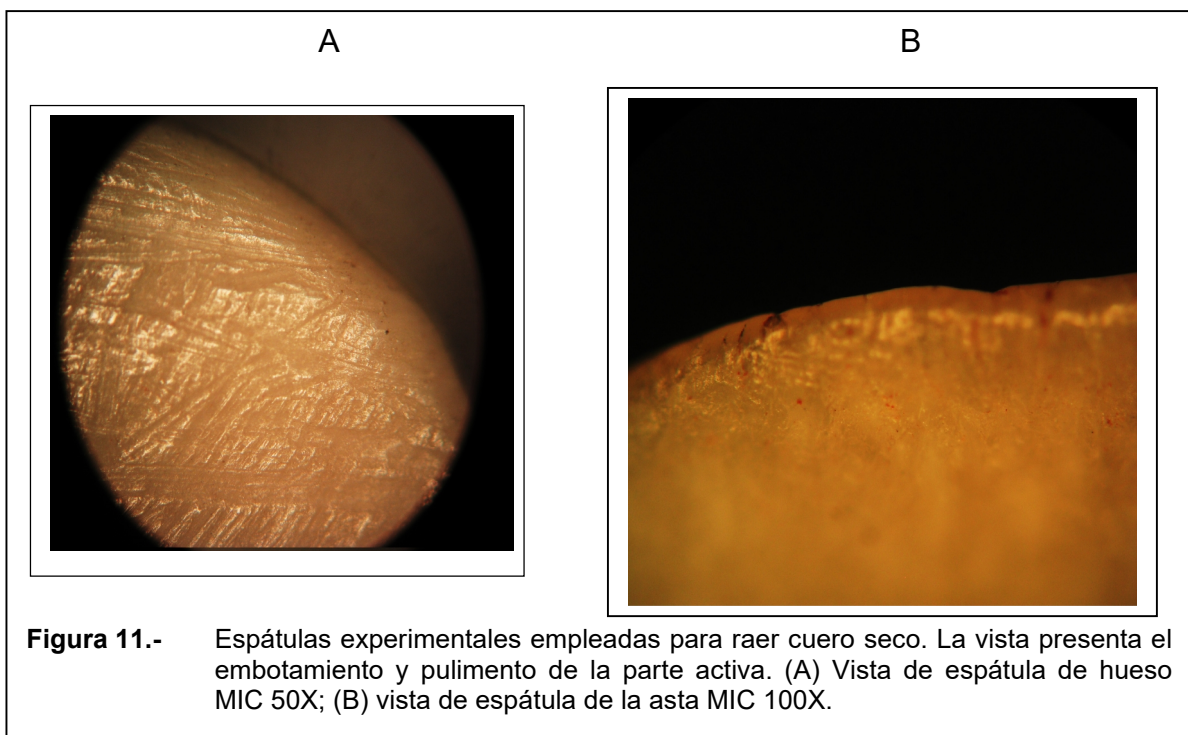
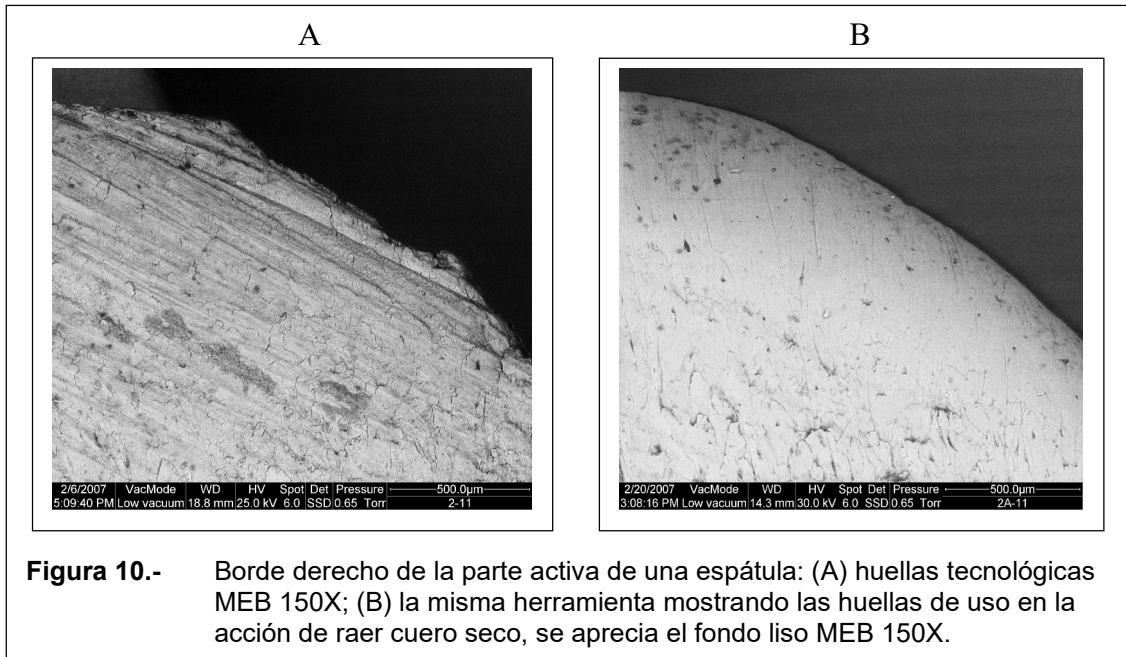


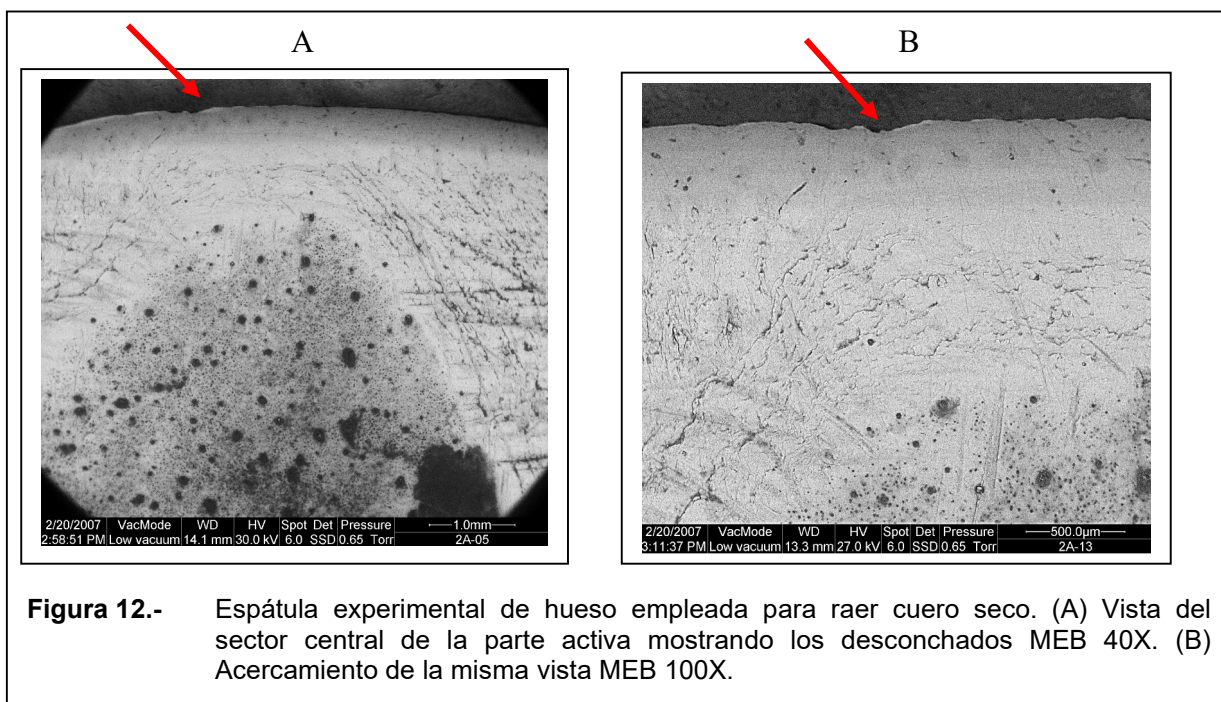
**Figura 9.-** Espátula experimental elaborado de un metatarsiano distal de *Vicugna pacos* “alpaca”

Las huellas de uso de la **espátula en la acción de raer cuero seco** presentan un pulimento con desarrollo medio, extensión longitudinal medio, topografía media, contorno neto regular, espesor medio, contraste alto, brillo grasiento en espátula de hueso y luminoso en la espátula de asta (Figura 11B), trama cerrada, textura lisa suave, presencia de craquelados. Las estrías son frecuentes en dirección mixta y asociadas a pulimento sobre fondo liso (Figuras 11A y 10B). El embotamiento se presenta por toda la parte activa y

ocasionalmente presencia de desconchados a lo largo del borde con morfología irregular (Figuras 12A y 12B).

Las huellas de uso en la **espátula en la acción de raer cuero fresco** presentan un pulimento con desarrollo medio, extensión total, topografía media, contorno neto regular, espesor medio, contraste alto, brillo grasiento en punzones de hueso y brillo luminoso en punzones de asta, trama cerrada, textura lisa suave, algunos craquelados como accidentes. Estrías frecuentes en dirección mixta, asociada al pulimento, fondo liso, embotamiento en el borde de la parte activa en grado bajo, desconchados escasos.



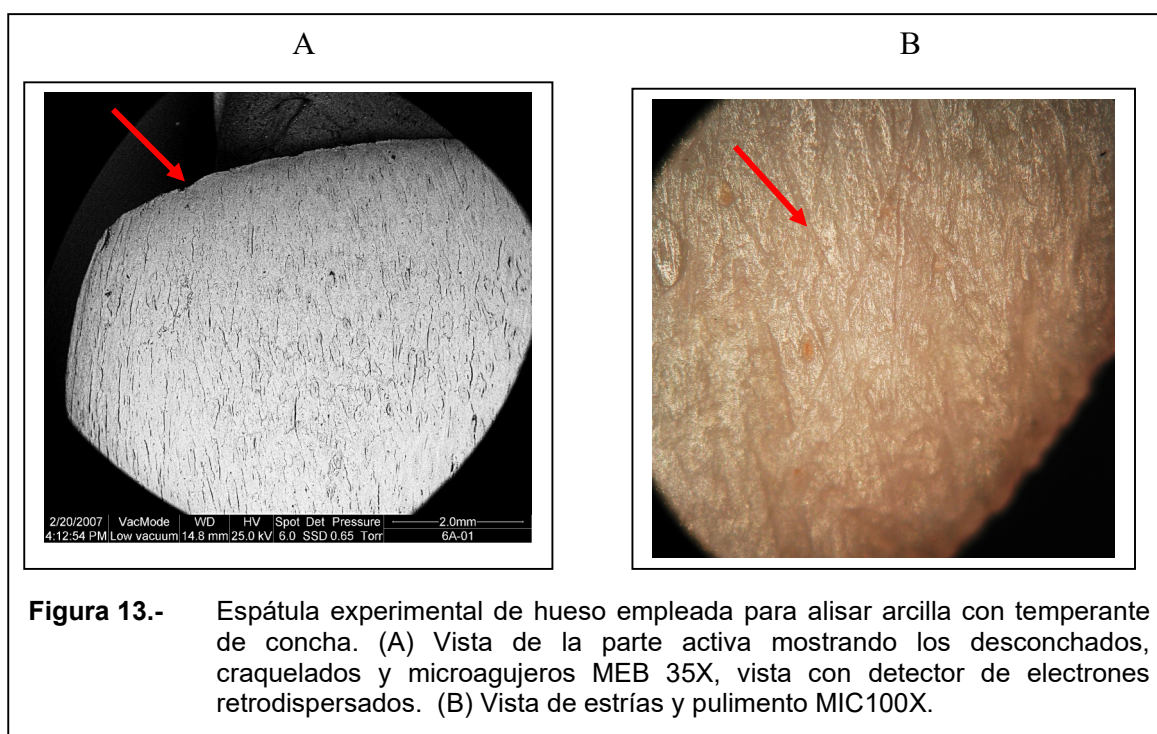


Para lograr las huellas de uso en la acción de raer piel fresca, se ha utilizado piel fresca de un mamífero *Vicugna pacos* “alpaca” y de un pez: *Micropogonias sp.* “corvina”.

Las huellas de uso en la **espátula para raer piel fresca** de “alpaca” muestran en la parte activa un pulimento medio, extensión longitudinal parcial, topografía media, contorno neto regular, espesor plano, contraste medio en espátulas de hueso y contraste alto en espátulas de asta, brillante en espátulas de hueso y brillo luminoso en espátulas de asta; la trama es cerrada, textura curvada suave y en accidentes se presentan craquelados y microagujeros. Las estrías son frecuentes en dirección mixta, asociada a pulimento y de fondo liso. El embotamiento se presenta en la parte activa y es de grado medio. Los desconchados están ausentes.

Las huellas de uso en la **espátula para alisar arcilla con temperante de arena** presentan un pulimento desarrollado, extensión longitudinal parcial, topografía parcial, contorno neto regular, espeso, contraste medio, brillo grasiento en espátulas de hueso y luminoso en espátulas de asta, trama entre abierta y semicerrada, textura lisa suave en espátulas de hueso y lisa áspera en espátula de asta, presencia de craquelados. Las estrías son frecuentes, en dirección mixta, asociada a pulimento, de tipo surcos paralelos. Los desconchados son escasos, a veces se presentan individualmente, de forma irregular y tamaño pequeño.





**Figura 13.-** Espátula experimental de hueso empleada para alisar arcilla con temperante de concha. (A) Vista de la parte activa mostrando los desconchados, craquelados y microagujeros MEB 35X, vista con detector de electrones retrodispersados. (B) Vista de estrías y pulimento MIC100X.

Las huellas de uso en la **espátula para alisar arcilla con temperante de concha** presentan un desarrollo medio a muy desarrollado, la extensión longitudinal parcial, topografía parcial, contorno neto regular, espeso, contraste medio, el brillo es brillante en espátula de hueso y luminoso en espátula de asta, la trama es semicerrada, textura lisa áspera y entre los accidentes en espátulas de hueso tenemos: ondas, craquelados y microagujeros (Figura 13A), mientras que en la espátula de asta sólo craquelados. La cantidad de estrías son abundantes en las espátulas de hueso (Figura 13B) y frecuentes en la espátula de asta, van en dirección mixta, asociada a pulimento y fuera del pulimento, los tipos de estrías son de surcos paralelos. Los desconchados son escasos, si los hay son individuales, de forma irregular, pequeños, de terminación normal y no muy profundos, siempre asociado al pulimento. El embotamiento es escaso.

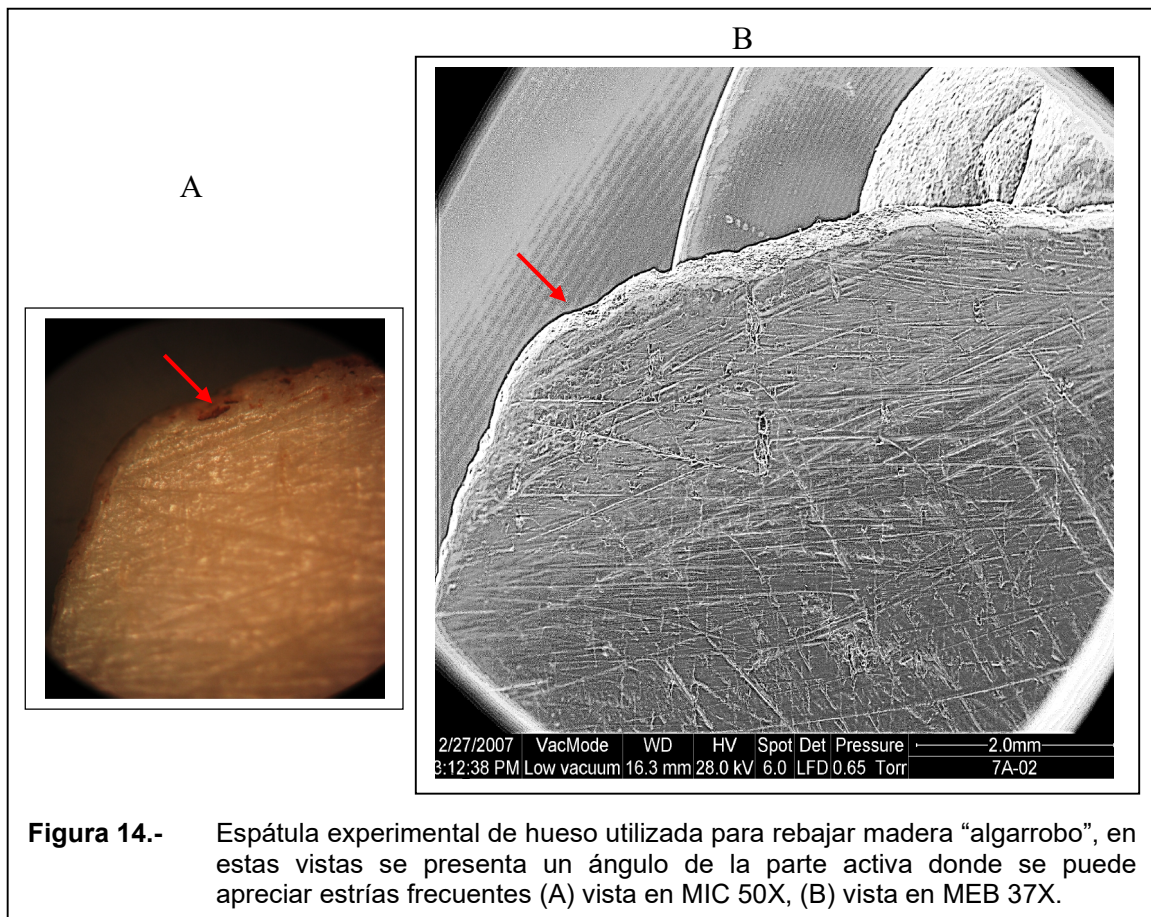
Para rebajar madera con las espátulas se ha elegido dos tipos de madera que presentan características de ser maleables. Se trata de *Ochroma lagopus* “palo de balsa”, que es considerada como una madera liviana y de escasa densidad y la otra madera de *Prosopis pallida* “algarrobo”, esta es de característica resistente y dura.

Las huellas en la **espátula para rebajar madera “palo de balsa”** indican un pulimento de desarrollo medio, extensión longitudinal total, topografía media, contorno neto irregular, espesor plano, contraste algo, pulimento brillante, trama cerrada, textura curvada suave y presencia de microagujeros como accidentes. Estrías frecuentes en dirección paralela y oblicua asociado a pulimento sobre fondo liso. El embotamiento se presenta en la parte activa, de grado bajo a medio. Los desconchados escasos, repartidos

individualmente, de morfología semicircular o en media luna, de terminación normal asociados a pulimento.

Las huellas de uso en la **espátula para rebajar madera de “algarrobo”** tienen un desarrollo de pulimento medio, extensión longitudinal total, topografía homogénea, contorno neto irregular, de espesor plano, contraste medio, pulimento brillante (Figura 14A), trama compacta, textura lisa y algunos craquelados. Las estrías son frecuentes en direcciones paralelas y oblicuas (Figura 14B), asociados al pulimento sobre fondo liso. El embotamiento se presenta en la parte activa en grado medio. Los desconchados son frecuentes, repartidos individualmente, de morfología semicircular, terminación normal, de poco espesor y asociado al pulimento.

Son herramientas alargadas que presentan la extremidad distal plana con sección en bisel que posee filo. La extremidad proximal está diseñada para ser enmangada y obtener ergonomía.

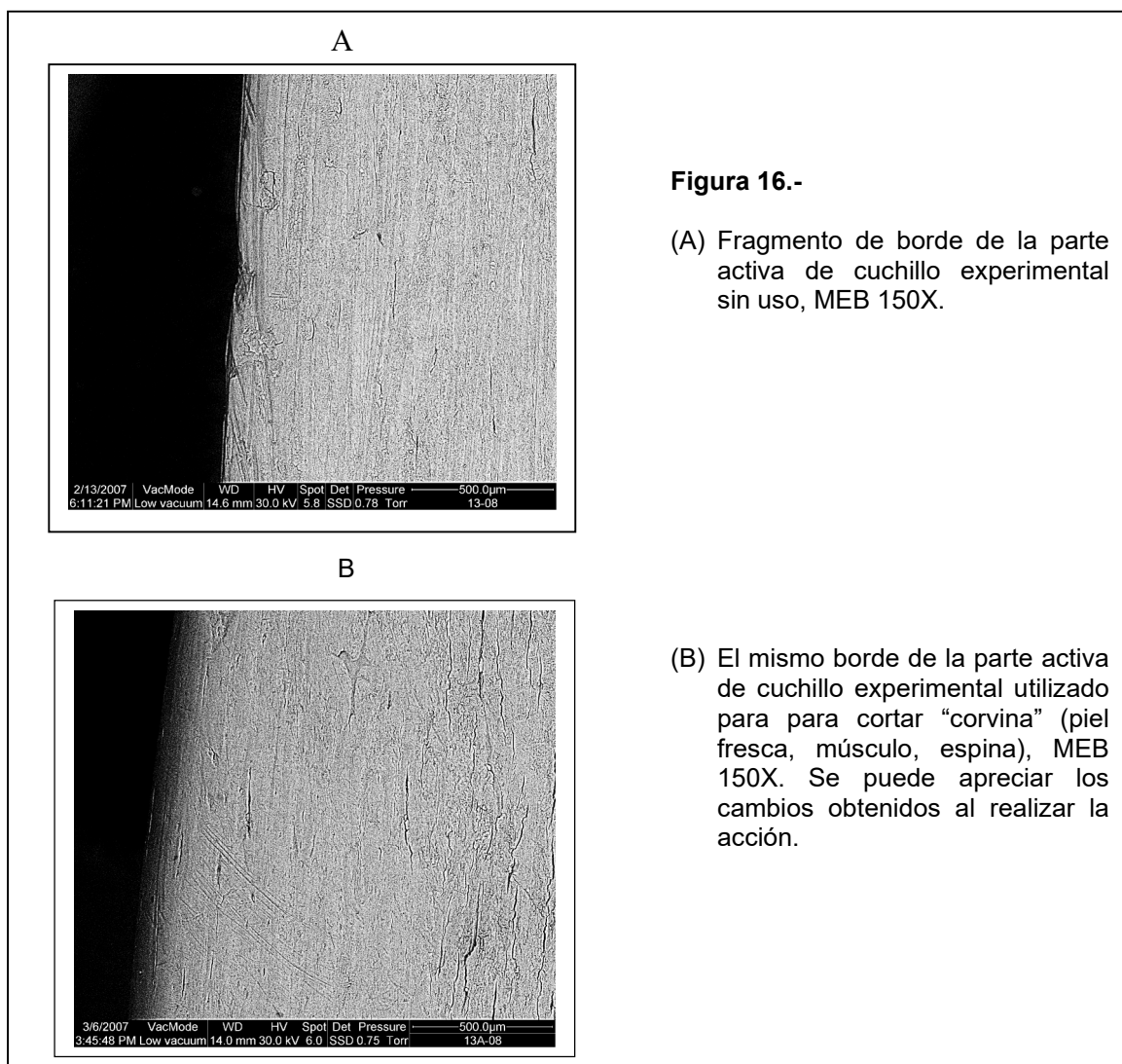
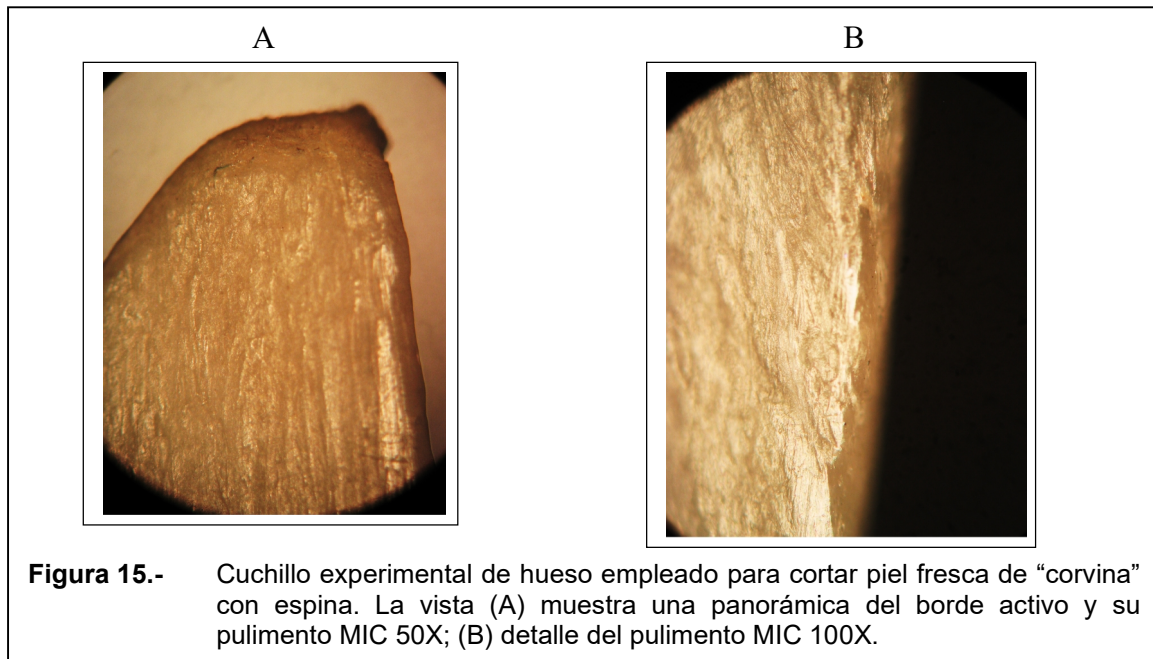


**Figura 14.-** Espátula experimental de hueso utilizada para rebajar madera “algarrobo”, en estas vistas se presenta un ángulo de la parte activa donde se puede apreciar estrías frecuentes (A) vista en MIC 50X, (B) vista en MEB 37X.

#### d.- Cuchillos:

Para utilizar esta herramienta se eligió piel fresca de *Micropogonias sp.* “corvina”, la acción ejercida fue cortar su piel, carne y escamar.



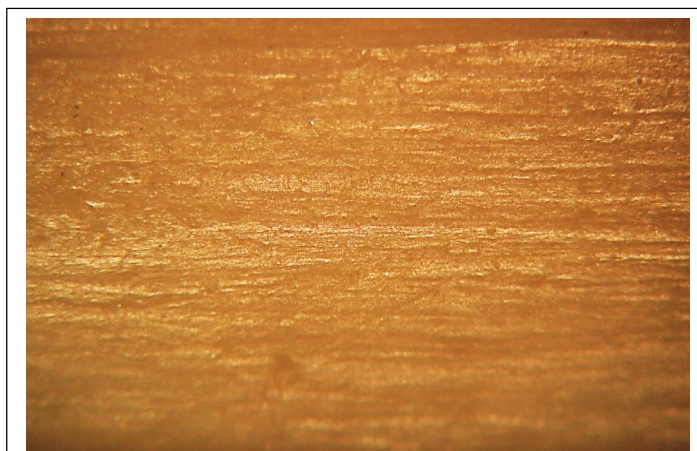




Para elaborar los cuchillos experimentales se tomaron como matriz fragmentos de huesos largos de “alpaca”. La parte activa y sus bordes biselados fueron logrados mediante abrasión con una piedra arenisca.

Los resultados de las huellas de uso del **cuchillo en la acción de cortar piel fresca** de “corvina” (piel, músculo, hueso) presentan un pulimento muy desarrollado, extensión longitudinal parcial (Figura 15A), topografía parcial, contorno neto irregular, espesor plano, contraste alto, pulimento brillante (Figura 15B), trama cerrada, textura lisa áspera y entre los accidentes del pulimento: craquelados y microagujeros (Figura 16B). Las estrías son frecuentes, mixtas ubicándose en el pulimento, de fondo liso. El embotamiento se ubica en el borde activo y en la punta. Los desconchados son frecuentes, se encuentran individuales y mixtos, su morfología es en media luna e irregulares, de tamaño pequeño, terminación normal y en media luna, de espesor normal y siempre asociado al pulimento.

Las huellas de uso en **cuchillo en la acción de escamar** “corvina”, tenemos un pulimento de desarrollo medio, extensión longitudinal parcial, topografía parcial, contorno neto regular, espesor plano, contraste medio, pulimento brillante, trama cerrada, textura curvada suave y en los accidentes: craquelados y microagujeros. Las estrías son frecuentes, van paralelas y oblicuas, asociadas al pulimento y en fondo liso (Figura 17). El embotamiento se aprecia en el borde activo en grado bajo a medio. Los desconchados son escasos.



**Figura 17.-** Huellas de uso del cuchillo en la acción de escamar. Con pulimento brillante, trama cerrada, estrías paralelas y oblicuas. MIC100X

#### **e.- Cinceles:**

Son herramientas cuya parte activa está realizada en bisel. La tecnología indica que se toma los huesos largos para aprovechar sus epífisis que vienen a conformar la parte proximal de la herramienta y la parte distal se trabaja diseñando el bisel que puede ser simple o doble.

Las huellas de uso del **cinzel para descortezar “algarrobo”** nos describen el desarrollo del pulimento medio, con extensión longitudinal

total, topografía homogénea, contorno neto irregular, espesor plano, contraste alto, brillante el pulimento, de trama compacta, textura curvada suave y craquelada como accidentes. Las estrías son abundantes, en dirección mixta, asociada a pulimento sobre fondo liso. El embotamiento se ubica en la parte activa y tiene un grado medio. Los desconchados son frecuentes se reparten individualmente en forma semicircular, de tamaño pequeño, terminación normal, espesor superficial y asociado a pulimento.

### 3.- Aplicación del programa experimental a herramientas óseas arqueológicas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las herramientas óseas del programa experimental, se decidió hacer el estudio de dos herramientas óseas representativas de la tipología de la ZUM (Rosales, 2016), se trata de una espátula y un punzón, donde hemos detectado huellas mediante el uso combinado del MIC y MEB y también del EDS-MEB.



**Figura 18.-** Parte de la tipología de herramientas óseas de la ZUM, mostrando punzones, espátulas y agujas.

**Espátula: Código ARQ15-341-98: CA 9: Ambiente 19**

Pertenciente a la familia de los romos, tenemos un fragmento de espátula, subtipo sección plana, la cual no se encuentra completa, solamente se tiene una sección completa de la parte activa. La fractura que presenta es de traza antigua y se localiza en la parte superior, motivo por lo cual se desconoce su zona proximal.

Su conservación es óptima, con grado de meteorización 0, sus medidas son: longitud máxima de 55,98 mm, anchura distal 15,42 mm, espesor distal 2,14 mm, anchura medial de 17,14 mm, espesor medial 3,11 mm y su peso es de 3,8 g.

Esta espátula ha tenido como matriz un fragmento de diáfisis de hueso largo de *Lama sp.*, aún se puede apreciar en la cara posterior rasgos modificados del canal medular. Este útil ingresó al microscopio metalográfico y MEB, observando las siguientes características:

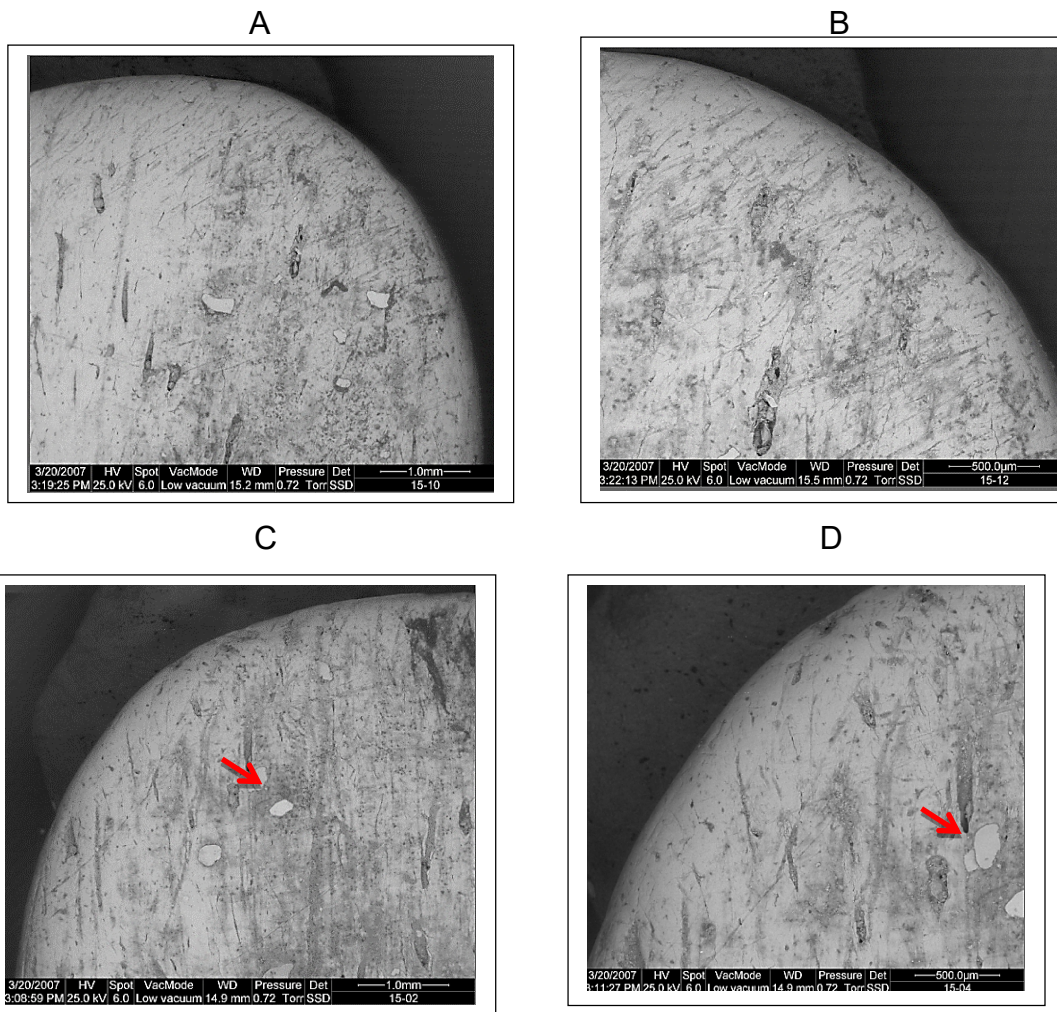
Zona mesial: El fuste que presenta es largo, es posible que continúe en la zona proximal que está ausente. Los bordes son paralelos, por ambas caras se puede apreciar presencia de pulimento y estrías. El pulimento a pesar que ocupa toda el área de ambas caras, tiene un desarrollo en grado 2, topografía homogénea, espesor muy compacto, textura lisa suave, contorno neto regular, brillo diferencial, por zonas brillantes y por otras zonas apagadas. Las estrías en la cara anterior son oblicuas y se localizan en cantidad frecuente en la parte superior izquierda asociadas a un craquelado, mientras que en la parte superior derecha las estrías son escasas. La cara posterior presenta en el borde superior izquierdo escasas estrías y en el borde superior derecho presencia de agujeros cometa.

Zona distal: Presenta huellas de uso en su pulimento, estrías y embotamiento.

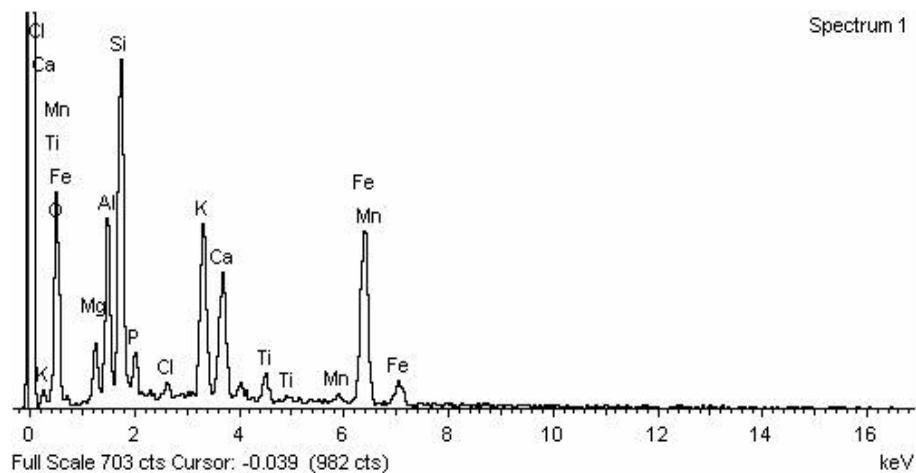
- Los bordes son paralelos, esquinas redondeadas, el contorno de la parte activa no es recto presenta una inclinación para el lado derecho (Figura 19).
- El grosor disminuye en la parte activa, debido al desgaste por uso.
- El pulimento alcanza un grado de 2,5 siendo su topografía media, espesor muy compacto, textura lisa suave, contorno neto regular, brillo luminoso y agujeros cometa, macroagujeros, microagujeros y escasos craquelados.
- Las estrías en la cara posterior son frecuentes, en dirección oblicua y paralela, generalmente asociadas a pulimento (Figura 19C).
- Existe embotamiento en grado muy alto, que se puede apreciar en la margen de la parte activa.
- Los desconchados están ausentes.
- Hay presencia de residuos localizados al interior de los accidentes en la cara posterior de la parte activa, estos se aprecian como puntos con material brillante (Figuras 19C y 19D). Para averiguar su naturaleza y



composición se realizó tres análisis de EDS consiguiendo los siguientes resultados:



**Figura 19.-** Espátula del CA9, Ambiente 19, tenemos: (A) Vista de la zona distal, cara ventral borde derecho MEB 50X. (B) Acercamiento de la vista anterior con MEB 100X. (C) Vista de la zona distal, cara ventral borde izquierdo, MEB 50X, se aprecian puntos brillantes y para averiguar su naturaleza y composición se realizaron análisis microquímicos (EDS), ver flecha. (D) Acercamiento y detalles de la vista anterior con MEB 100X.



**Figura 20.-** Espectro microquímico, obtenido del análisis de residuos localizados en la cara ventral de la parte activa de la espátula procedente del CA9: Ambiente 19.

**Tabla 12.-** Concentración de los elementos químicos identificados en el espectro microquímico, este corresponde a los residuos localizados en la cara ventral de la parte activa de la espátula procedente del CA9: Ambiente 19.

Element	App	Intensity	Weight%	Weight%	Atomic%
	Conc.	Corrn.		Sigma	
O K	70.36	0.5939	42.00	1.66	61.77
Mg K	4.51	0.5086	3.14	0.32	3.04
Al K	12.36	0.6071	7.22	0.41	6.30
Si K	25.39	0.6553	13.74	0.56	11.51
P K	5.31	0.8750	2.15	0.26	1.63
Cl K	0.91	0.6873	0.47	0.15	0.31
K K	20.23	1.0051	7.14	0.35	4.29
Ca K	13.62	0.9338	5.17	0.30	3.03
Ti K	3.71	0.8136	1.62	0.20	0.79
Mn K	1.62	0.8275	0.70	0.20	0.30
Fe K	40.05	0.8521	16.66	0.67	7.02
Totales			100.00		

**Comentario:** Este fragmento de espátula presenta huellas de uso bien marcadas que indican que fue utilizada para alisar cerámica con la parte activa. El pulimento es uno de sus principales atributos, se caracteriza por tener un grado de desarrollo 2.5 y la particularidad es que se presenta con dos tipos de brillo: brillante y apagado. Esto se puede apreciar en la cara posterior y por zonas localizadas. Por la dirección de las estrías se plantea una acción transversal aplicando presión con un movimiento bidireccional en un ángulo de 45°. Los residuos observados y analizados mediante EDS nos están indicando la presencia de elementos que componen la arcilla, pero también elementos como manganeso y titanio, que conjuntamente con el hierro, se utilizan como tintes o pinturas. Esto indicaría que la espátula, además de una función para alisar cerámica, también habría servido para aplicar algún tipo de tinte o pintura que contiene estos elementos (hierro, manganeso y titanio, Figura 20, Tabla 12).

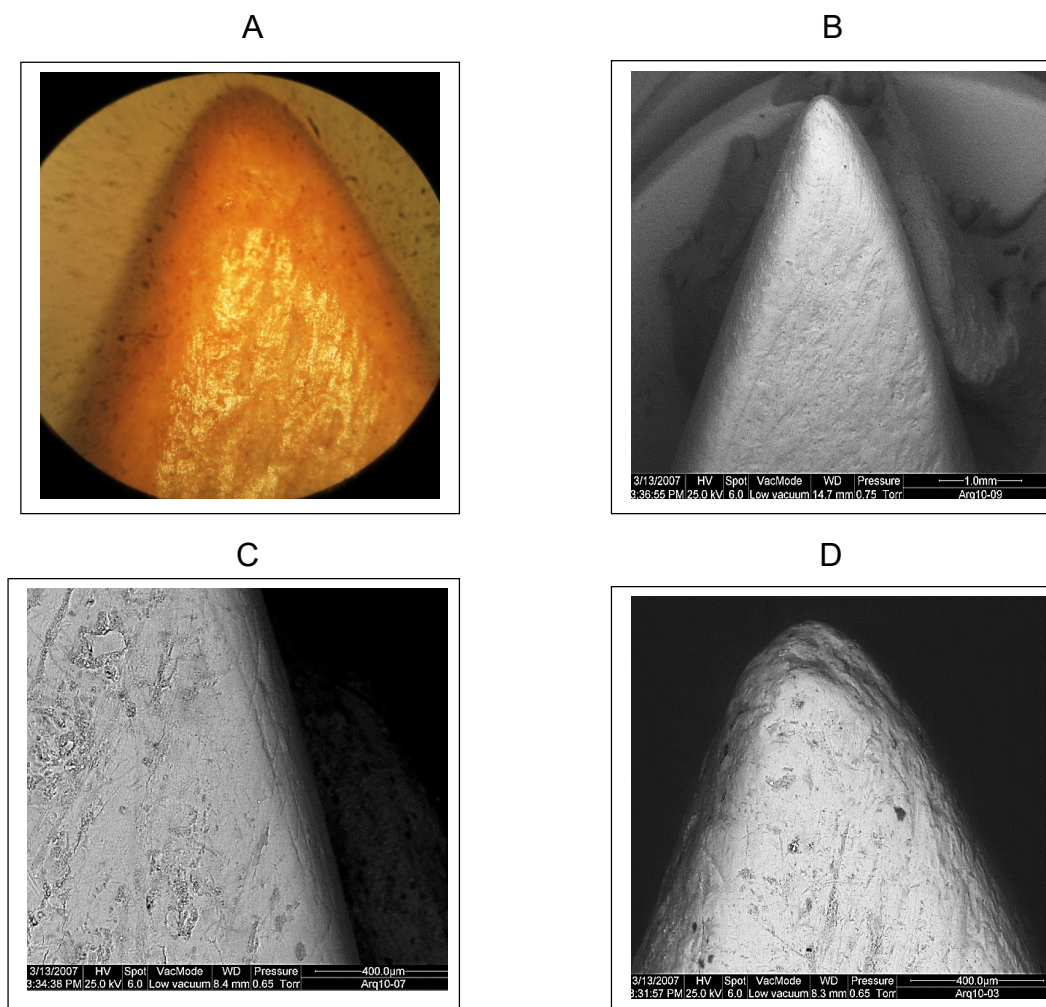
#### **Punzón: Código ARQ10-314-04: CA 35: Ambiente 4**

Las características morfológicas lo tipifican como un punzón de base recta. Su conservación es diferencial, luce con algunas grietas en la parte activa y su extremo opuesto muestra fractura localizada.

Presenta una longitud máxima de 50,63 mm, anchura distal 4,43 mm, espesor distal 1,98 mm y su peso es de 1,3 g.

Se ha observado la parte activa en el microscopio metalográfico y MEB, distinguiendo lo siguiente:





**Figura 21.-** Punzón del CA35, Ambiente 4, tenemos:

- (A) Vista de la zona distal, MIC 100X.
- (B) Vista de la zona distal, MEB 50X.
- (C) Borde de la zona distal mostrando características, MEB 200X.
- (D) Vista de la parte activa de la zona distal, MEB 200X.

Zona proximal y mesial: Ausentes.

Zona distal: Se presenta apuntada y de sección plana, se distingue lo siguiente:

- Las trazas de uso se distribuyen por esta zona notándose en el pulimento, estrías y embotamiento (Figura 21A).
- El pulimento presentan un desarrollo de grado 2, topografía media, espesor muy compacto, textura curvada suave, contorno neto regular (Figura 21B), brillo luminoso y microagujeros.
- Las estrías son frecuentes en esta zona, en dirección oblicua, paralela y en otras direcciones, existiendo algunas con direcciones caóticas, de fondo liso. Estas varían de longitud y profundidad, presentándose largas, cortas y finas (Figuras 21C y 21D).
- La punta presenta un grado medio de embotamiento, indicativo de un constante uso de este útil.
- No se aprecian desconchados.

### Comentario:

Sólo se cuenta con la parte activa de este punzón, las variables dependientes de su parte activa, muestran un intenso uso. Entre las posibles acciones realizadas según las huellas de uso analizadas y contrastadas con los punzones utilizados en el programa experimental, se destaca el perforar, horadar o grabar, que son de tipo puntual aplicando la presión en un ángulo de 45° a 90° con movimiento bidireccional. Esto hace destacar a este punzón que ha actuado sobre materia de cuero seco.

### **Discusión**

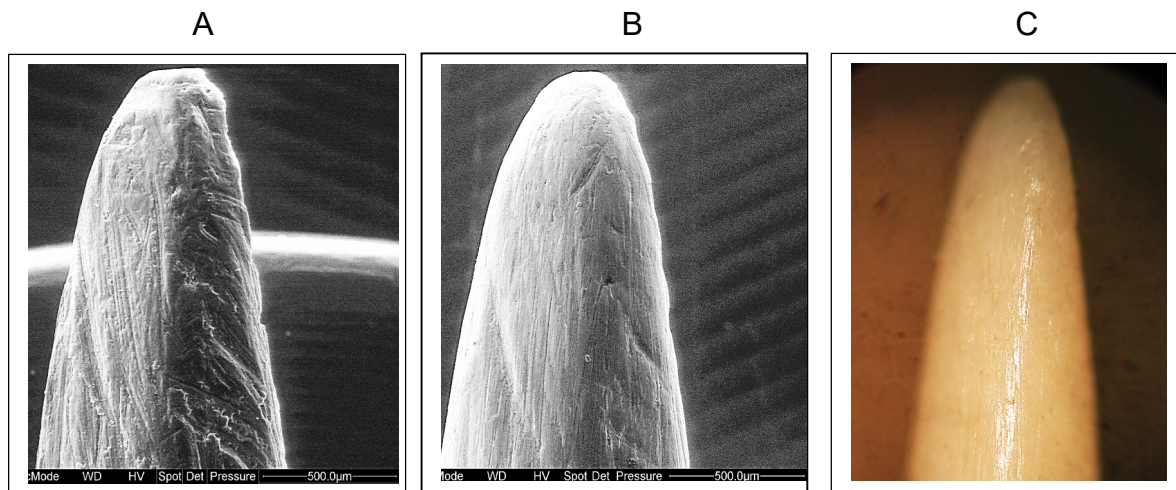
El análisis realizado a las herramientas óseas del programa experimental, permitió identificar patrones de microhuellas específicos de los materiales trabajados y de los modos de acción ejecutados, sin embargo, por tratarse de acciones experimentales, han generado una información, que debe ser contrastada con otros programas experimentales que, al repetirse, generen las mismas huellas y así comprueben mejor los datos obtenidos para una mejor aplicación a las herramientas óseas arqueológicas de una determinada área geográfica.

Por otro lado, la obtención de esta información, con la metodología adecuada, por ejemplo, la combinación de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido, sirvió para comparar con dos herramientas óseas que provenían de los conjuntos arquitectónicos de la ZUM del complejo arqueológico Huacas del Sol y de la Luna, y definir su funcionalidad en base a las huellas observadas en similares herramientas experimentales, con las hipotéticas funciones que se habrían tenido en el pasado, según la información arqueológica de sus contextos.

Dentro de las herramientas experimentales, tenemos las agujas, éstas fueron fabricadas a partir de huesos de *Vicugna pacos* "alpaca". Se empleó esta especie de camélido, porque las herramientas óseas de la ZUM estaban dentro de restos óseos donde predominaban los camélidos, donde los estudios osteométricos indicaban que las especies que habían sido utilizadas eran *Lama glama* "llama" y *Vicugna pacos* "alpaca". Teniendo en cuenta esta información, las agujas fabricadas con huesos de alpaca, se utilizaron para taladrar cuero seco (de alpaca) y taladrar textil sobre una tela fabricada de fibra de *Gossypium barbadense* "algodón", un vegetal cuyos restos también aparecían dentro del material arqueobotánico y textil de la ZUM.

Se utilizaron dos agujas para realizar estas acciones, basados en la hipótesis que las agujas arqueológicas han servido para trabajar pieles y en la textilería prehispánica, y se obtuvo características en aquella que se utilizó para taladrar cuero, que presentaba un pulimento desarrollado, especialmente en la parte activa (Figura 22C). Esta característica se muestra con un redondeo, de topografía media, espeso, su textura va de lisa a suave, contorno neto regular (Figura 22B), brillante y con algunos microagujeros. La cantidad de las estrías son frecuentes, distinguiéndose estrías mixtas que se disponen en diversas direcciones, destacando las transversales (Figura 22B).

En el caso de la aguja que se utilizó para taladrar textil, se observó un pulimento poco desarrollado, de textura lisa, brillante, con estrías oblicuas, tal como se observan en la figura 23. Los resultados del estudio experimental en estas agujas muestran que cada material y actividad podrían estar asociados con un desgaste específico de uso, con patrones en estas herramientas de hueso. La disposición, distribución y morfología de las estrías y pulimentos son las variables con más diagnóstico en ambos casos.

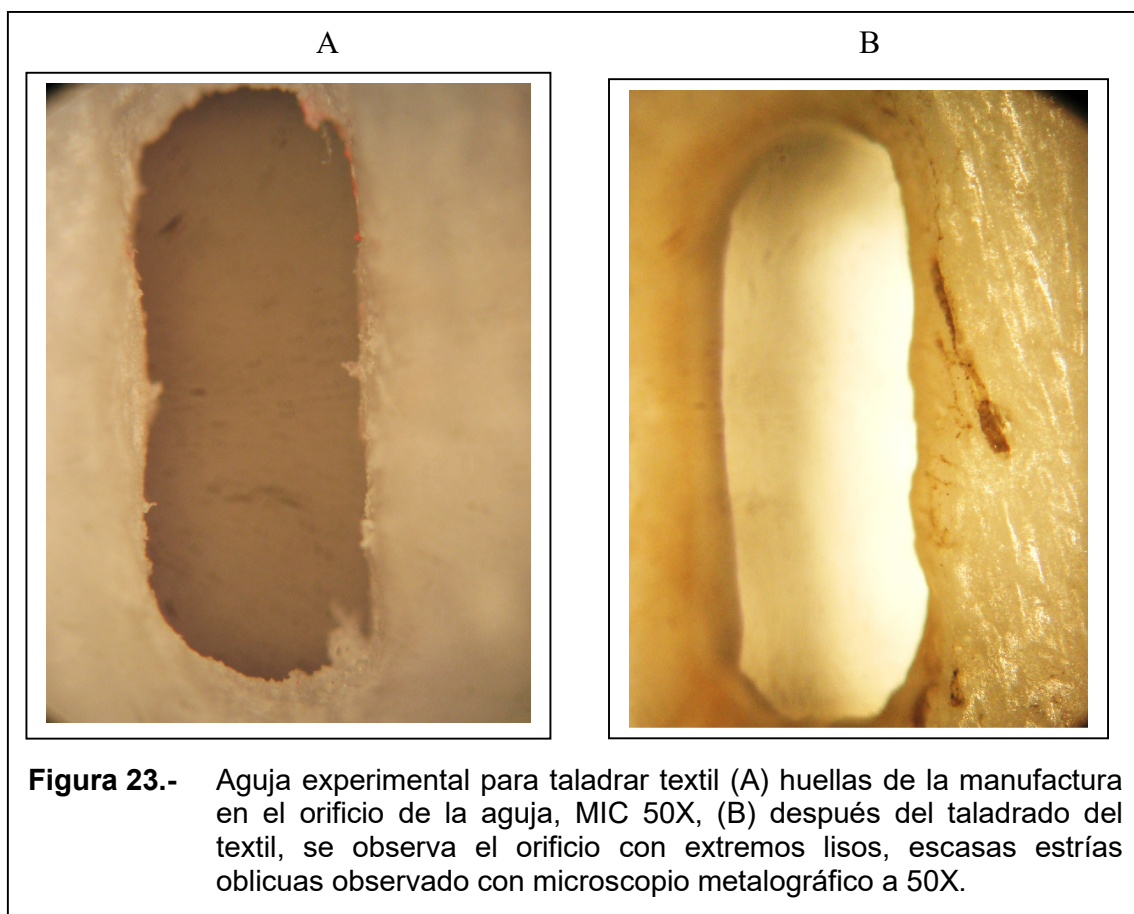


**Figura 22.-** Parte activa de aguja experimental manufacturada en hueso (A) Vista en MEB de la parte activa, se observan las huellas tecnológicas, (B) Vista en MEB de la misma aguja después de la acción de perforar en cuero seco, se observa extremo redondeado y estrías mixtas, (C) Vista en microscopio metalográfico a 50X de la parte activa de la misma aguja, huellas de uso: pulimento, brillante, de textura lisa.

Teniendo estos datos, se tomó una aguja arqueológica que procede del CA35, Ambiente 1, de la ZUM, para observar las huellas de uso y contrastarlas con las anteriormente mostradas. Lo que se observó en la parte activa, indica que las huellas tienen un pulimento desarrollado, con estrías en todo el cuerpo, que se caracterizan por ser oblicuas, anchas y profundas, lo cual podemos observar en la Figura 24. Comparando estas características con la herramienta experimental utilizada para taladrar cuero seco, observamos que las estrías son oblicuas y especialmente los pulimentos tienen un patrón que encaja con esta aguja, lo cual se asocia con esta función a la aguja arqueológica.

En el caso de la aguja para taladrar textil, se observó un pulimento poco desarrollado, de textura lisa, brillante, con estrías oblicuas, tal como se observan en la Figura 23, Las microhuellas observadas en el estudio experimental con estas agujas muestran que cada material y actividad podrían estar asociados con un desgaste específico de uso, con patrones en estas herramientas de hueso. La disposición, distribución y morfología de las estrías y pulimentos son las variables con más diagnóstico en ambos casos.

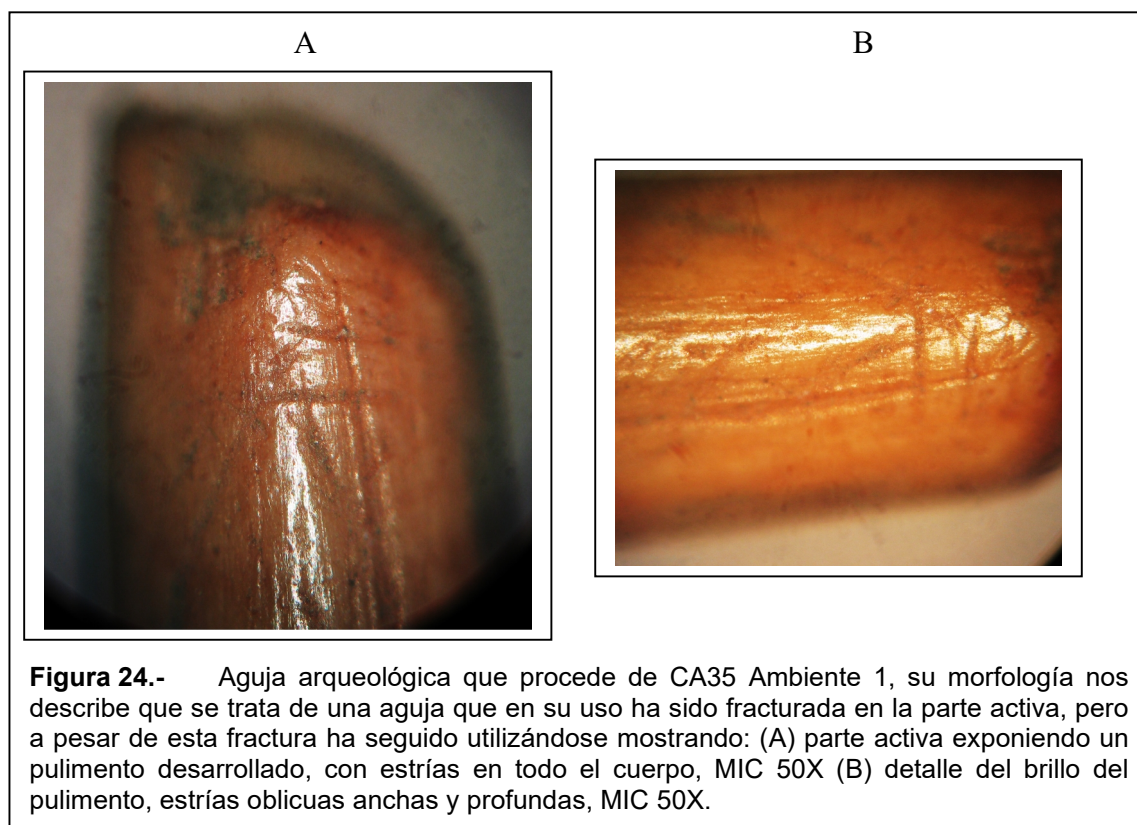




**Figura 23.-** Aguja experimental para taladrar textil (A) huellas de la manufactura en el orificio de la aguja, MIC 50X, (B) después del taladrado del textil, se observa el orificio con extremos lisos, escasas estrías oblicuas observado con microscopio metalográfico a 50X.

Buc (2008, 2011) al respecto de estas agujas que se utilizan para taladrar cuero seco, indican que estas presentan huellas en su parte activa con patrones de estrías oblicuas y profundas. En este sentido, la disposición y regularidad de la ubicación de las estrías en una pieza, es de gran utilidad en los análisis de huellas de uso, puesto que permite diferenciar entre un desgaste cultural y uno natural. En el caso del primero (desgaste cultural) la disposición y la orientación de las estriaciones evidencian la cinemática del movimiento (Semenov 1964).

En lo que refiere a trabajo en cueros, Buc (2005b) indica que sería interesante evaluar esta idea dado que en las crónicas históricas también se hace referencia a la utilización de "cueros de venados" en la construcción de chozas y mantas, aunque habría que añadir que en la ZUM posiblemente se haya empleado los cueros de las "llamas" y "alpacas" para la confección de diversos atuendos o materiales coberteros, de los cuales no hay evidencia directa por la naturaleza perecible de estos.



**Figura 24.-** Aguja arqueológica que procede de CA35 Ambiente 1, su morfología nos describe que se trata de una aguja que en su uso ha sido fracturada en la parte activa, pero a pesar de esta fractura ha seguido utilizándose mostrando: (A) parte activa exponiendo un pulimento desarrollado, con estrías en todo el cuerpo, MIC 50X (B) detalle del brillo del pulimento, estrías oblicuas anchas y profundas, MIC 50X.

También se indica que las estrías que se producen al utilizar cuero fresco y húmedo, son más dispersas y poco profundas (Buc, 2008), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la herramienta experimental y en los detalles que muestra el espécimen arqueológico, aunque en estos desconocemos las variables como el tiempo de uso y la variabilidad de uso que hayan tenido en el tiempo.

Otra categoría de herramientas experimentales fabricadas son las espátulas. Según el programa experimental se fabricaron un total de 14 espátulas cuya matriz corresponde a huesos de *Vicugna pacos* “alpaca”, donde se destacan espátulas que se utilizaron para alisar cerámica, raer cuero seco, raer cuero fresco y para rebajar madera.

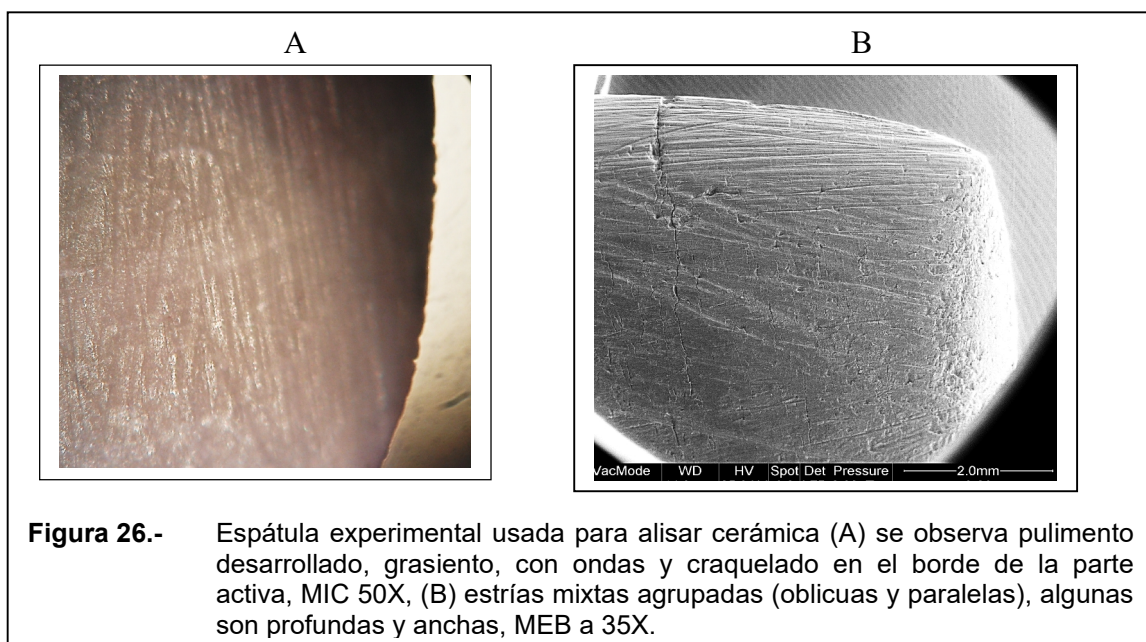
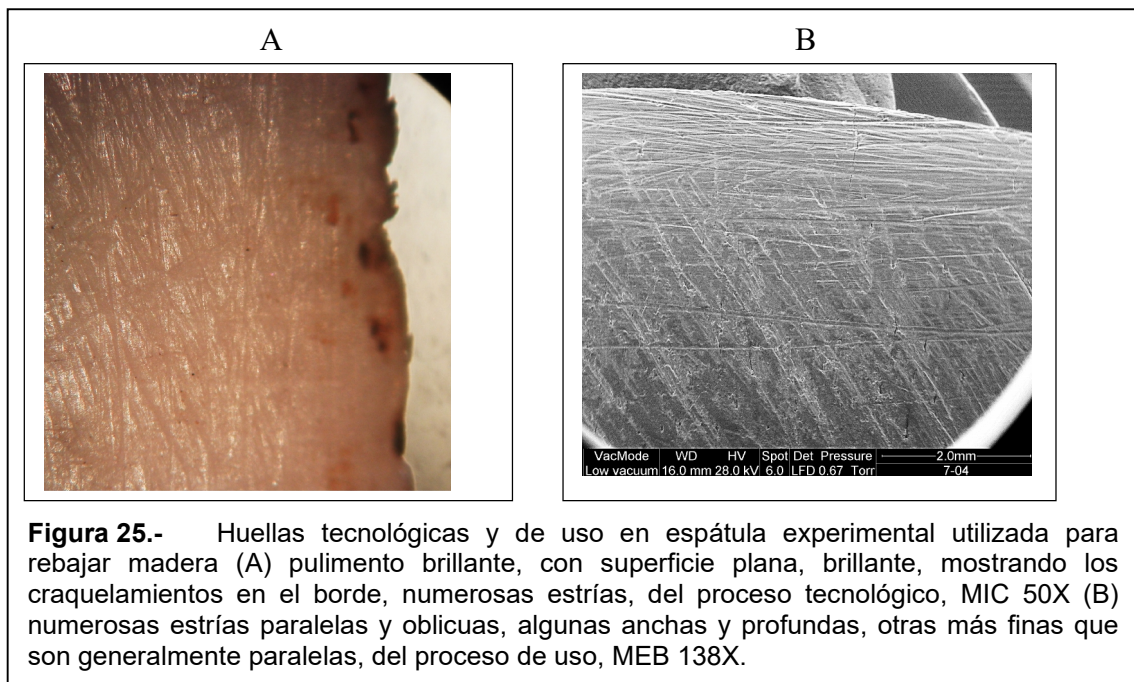
Según nuestra hipótesis sobre la función y uso de estas espátulas en el contexto arqueológico, incidimos en aquellas que se utilizarían para rebajar madera y para alisar cerámica, por lo cual la experimentación se enfocó en esta acción. Las características observadas en la espátula utilizada para rebajar madera, indican un pulimento muy desarrollado, plano, liso, brillante, con craquelados, estrías frecuentes, paralelas y oblicuas, como se observan en la Figura 25.

La espátula experimental utilizada para alisar cerámica, presenta huellas de pulimento desarrollado, liso/suave, grasiento, con ondas y craquelados, las



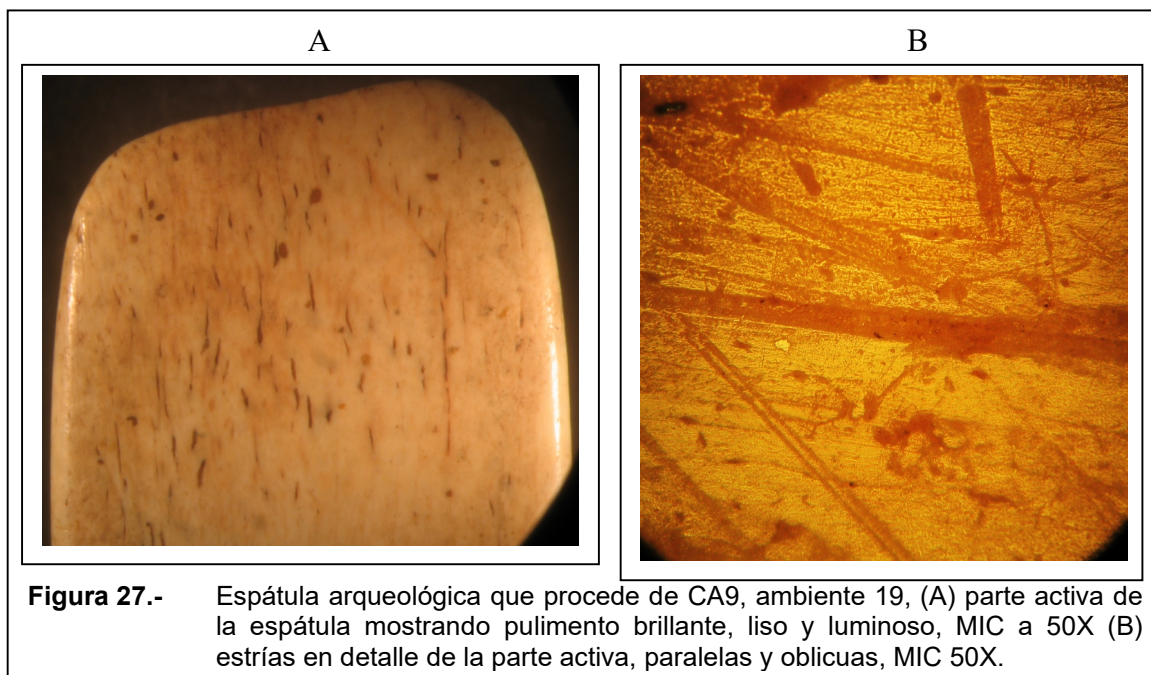
estrías son frecuentes en la parte activa, agrupada y mixta, como se puede apreciar en la Figura 26.

Las espátulas utilizadas en ambas acciones, tanto rebajar madera como alisar cerámica, han sido eficientes en ambas actividades, dejando en cada caso, pulimentos, craquelados, ondas y estrías, que permiten diferenciar ambas actividades. En relación a estas huellas, Buc (2011), indica que las estrías que ella ha detectado en espátulas experimentales al alisar cerámica son profundas, rectas, agrupadas y cruzadas. Estas estrías son generalmente anchas, aunque varían de acuerdo con el tamaño del temperante, siendo estrías más amplias y espaciadas, con anchos que varían a lo largo de toda su longitud.



Para contrastar las microhuellas de la experimentación, se ha tomado una espátula arqueológica procedente del CA9, ambiente 19, de la ZUM. Se apreció presencia de un pulimento bien desarrollado, brillante, liso y luminoso, presencia de estrías en la parte activa que son paralelas y oblicuas (Figura 27).

La variación en la anchura de las estrías que se observa en la Figura 27B, puede estar relacionada a la deformación que se produce al modelar cerámica y al tipo de temperante que se destruyen al entrar en contacto con el hueso, tal como lo afirma Buc (2011).

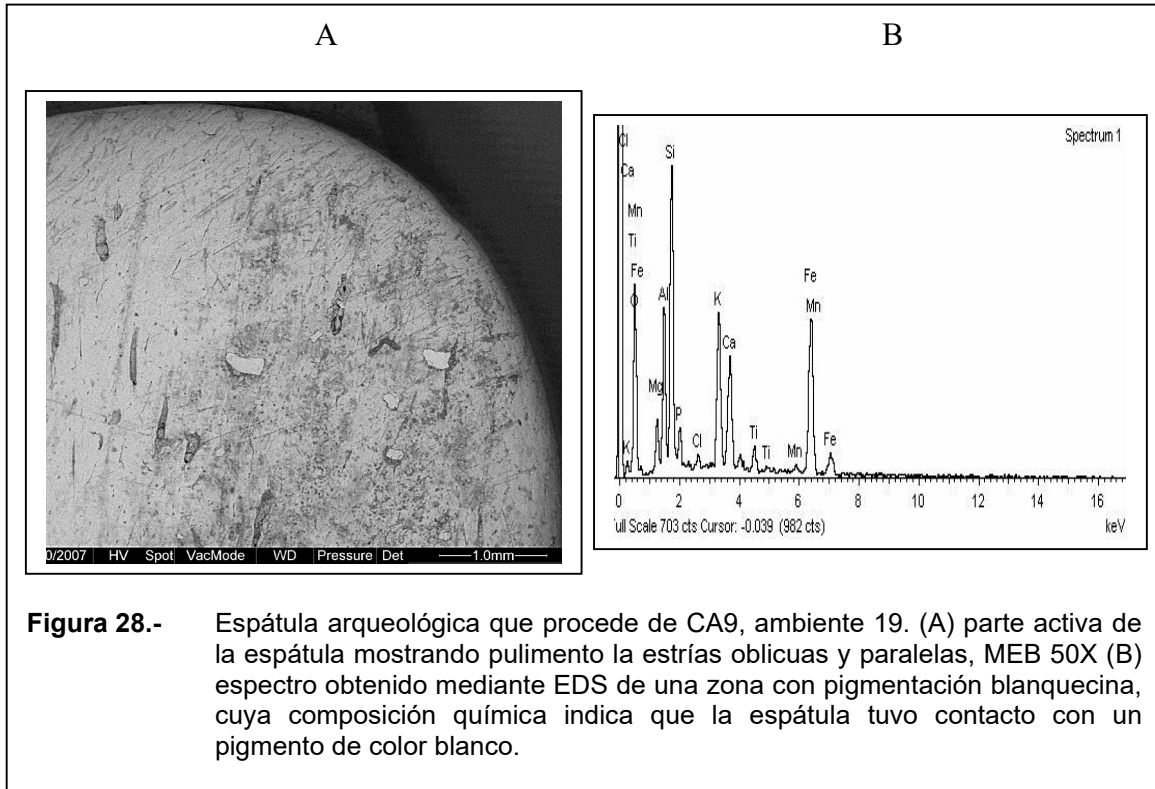


Teniendo como hipótesis que algunas espátulas se utilizaron para alisar cerámica, se realizaron observaciones mediante MEB, para estudiar mejor las estrías y la topografía de la parte activa interna de la espátula arqueológica. La Figura 28A, muestra la cantidad y variedad de estrías, que se relacionan con aquellas obtenidas en el diseño experimental. El barrido de superficie mediante MEB, especialmente con el detector de electrones secundarios, permitió observar algunas zonas que presentaban micro incrustaciones semejantes a pigmentos, las cuales fueron estudiadas mediante la sonda EDS.

La composición química obtenida mediante el EDS (Figura 28B) de estas micro incrustaciones, nos indicaron la presencia de aluminio, magnesio y silicio en porcentajes que indicaban que se trataba de un pigmento blanco, posiblemente de alguna pintura que fue aplicada con la espátula a la superficie de la cerámica.

Este tipo de estudio combinado entre MEB y EDS se ha realizado con éxito en otras herramientas óseas de un sitio en Shanghái en Beijing, donde unas cuchillas de mano fabricadas en hueso, no solo habrían servido como herramientas para la caza y recolección, sino que a partir de un análisis

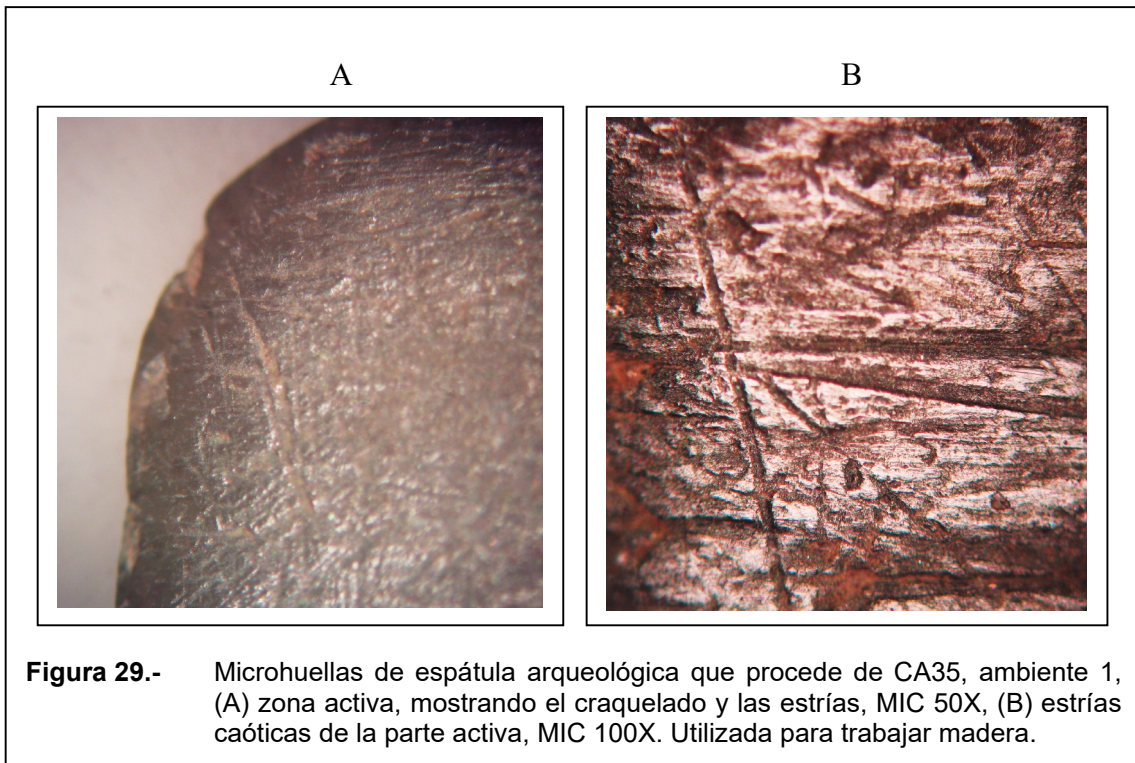
combinado de MEB y EDS, se analizaron los residuos de estas y el espectro microquímico obtenido por la sonda EDS, mostraron que en el borde había elementos químicos que indicaba una capa de pegamento en la parte posterior con bario y sal de cinc uniformemente distribuida en el mismo, lo cual permitió conocer nuevos aspectos sobre la tecnología de adhesivos en la antigua China (Cui et al, 2010). El presente estudio combinando técnicas nos permite validar nuestra estrategia para inferir mejor la función de la espátula.



Otra espátula arqueológica que muestra un patrón de huellas que se adapta a aquellas obtenidas en el programa experimental (trabajar madera), es la que procede de CA35, ambiente 1 que presenta pulimento y estrías características (Figura 29).

El borde externo de la parte activa de esta espátula, presenta craquelamientos, muchas estrías oblicuas y paralelas, que las describimos como caóticas (Figura 29B). Al respecto Campana (1989) menciona que espátulas que se han utilizado como cuñas para madera, presentan un pulimento con poco desarrollo, ausencia de desconchados y un embotamiento ligero. También menciona que otra espátula fue utilizada como cuña en una posición de 45 grados. Esta información concuerda con las huellas descritas para las espátulas asociadas a un uso con madera que proceden de la ZUM.





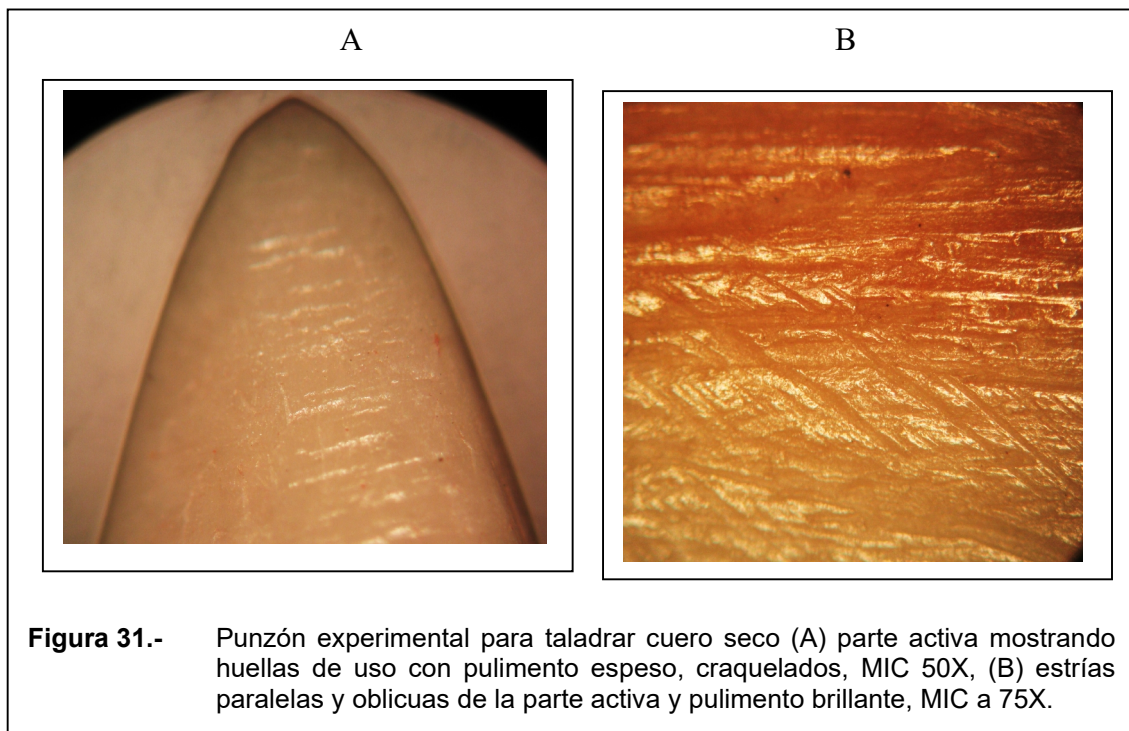
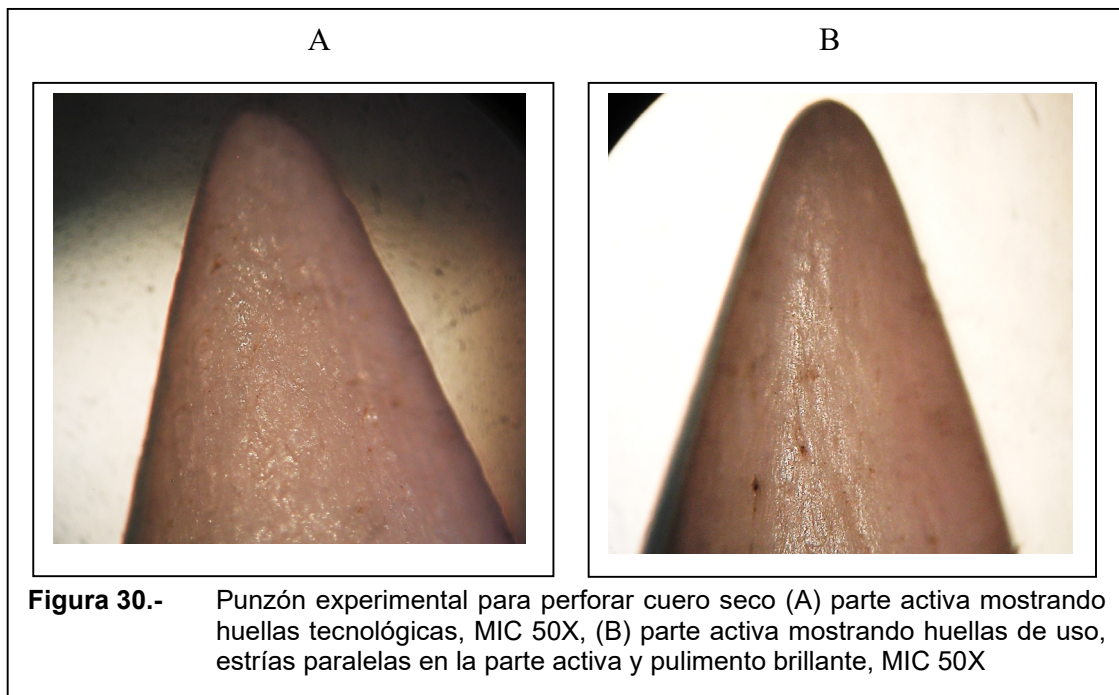
**Figura 29.-** Microhuellas de espátula arqueológica que procede de CA35, ambiente 1, (A) zona activa, mostrando el craquelado y las estrías, MIC 50X, (B) estrías caóticas de la parte activa, MIC 100X. Utilizada para trabajar madera.

El último grupo de herramientas trabajadas, son los punzones, de los cuales se han fabricado un total de tres, de los cuales uno se ha utilizado para taladrar cuero seco, otro para perforar cuero seco y el último para horadar cuero seco (Tabla 2). Las herramientas también fueron fabricadas a partir de huesos de *Vicugna pacos* "alpaca", tal como se había realizado con las agujas y espátulas.

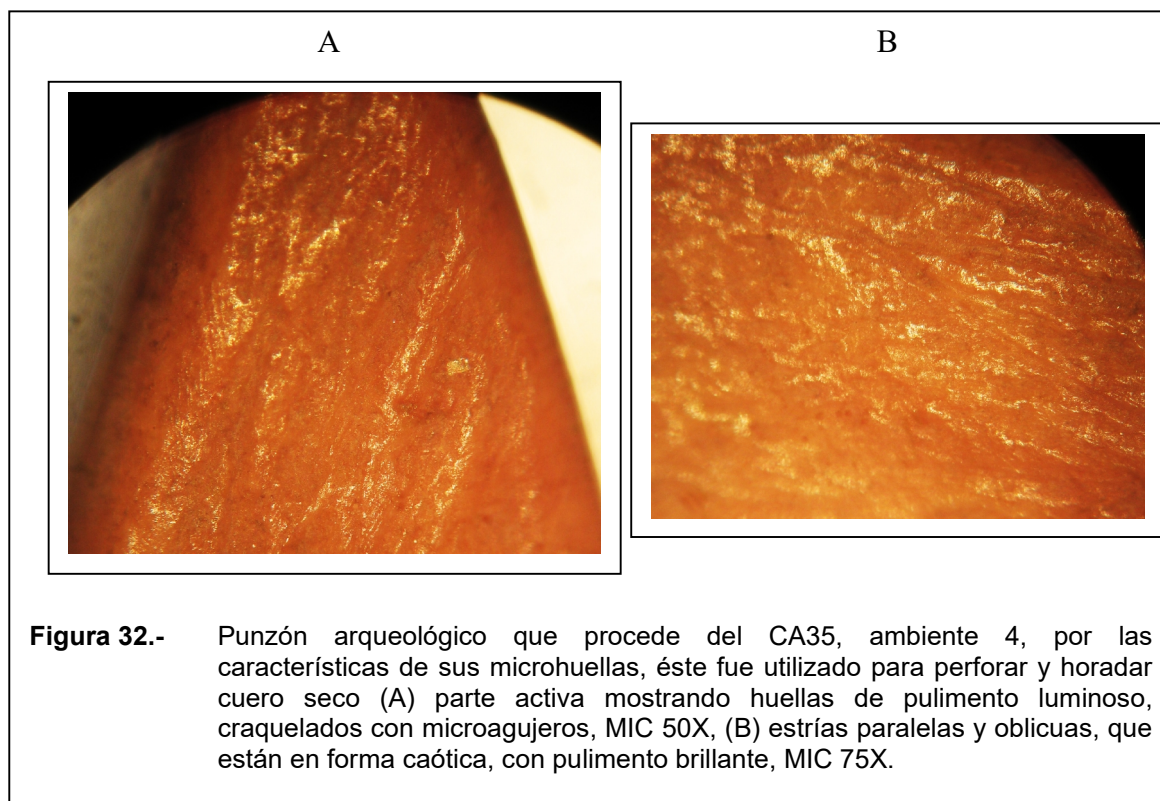
El punzón experimental para perforar cuero seco, exhibe una parte activa muy aguda, que ha soportado la acción experimental sin dañarse, con estrías paralelas en la parte activa, con pulimento brillante, sin desconchados (Figura 30), similar a lo que observamos en la parte activa de las agujas.

En la Figura 31 podemos observar la parte activa de un punzón que se ha fabricado para ser usado en taladrar cuero seco. Las huellas muestran un pulimento espeso, metálico, con craquelamientos, estrías paralelas y oblicuas.

Esta herramienta experimental tiene mucha similitud en la forma, pulimentos y estrías que también se ha detectado en la herramienta arqueológica (Figura 32). Esta herramienta procede del CA35, ambiente 4 y tiene un pulimento luminoso, con microagujeros y estrías caóticas, que permiten proponer que esta herramienta arqueológica sirvió para perforar y horadar cuero seco.







**Figura 32.-** Punzón arqueológico que procede del CA35, ambiente 4, por las características de sus microhuellas, éste fue utilizado para perforar y horadar cuero seco (A) parte activa mostrando huellas de pulimento luminoso, craquelados con microagujeros, MIC 50X, (B) estrías paralelas y oblicuas, que están en forma caótica, con pulimento brillante, MIC 75X.

En total se ha identificado dos herramientas arqueológicas (punzones) con estas características asociadas a perforar y horadar cuero seco, mediante el programa experimental. En este mismo CA35, pero en el ambiente 1, tenemos otro punzón con las mismas características en su pulimento, estrías y embotamiento, lo que permite conocer la recurrencia de este tipo de herramienta con la función.

De los tres punzones para taladrar cuero seco, tenemos uno que procede del CA35, ambiente 1, con una topografía homogénea, de brillo indefinido, con craquelados y microagujeros. Las estrías son paralelas y oblicuas, que nos permiten proponer según la base de datos del programa experimental, que esta herramienta sirvió para taladrar cuero seco y que sería una de las actividades más recurrentes con este tipo de herramientas óseas. Por lo tanto, es importante observar que tanto las huellas que presentan las herramientas del programa experimental (punzones utilizados para cuero seco), se observan con el mismo patrón en las herramientas arqueológicas, lo que confirma con alta probabilidad la función de estos punzones.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el trabajo en juncos y cueros produce la misma diferencia primaria observada en las actividades de perforación: poco profundo y paralelo en comparación con estrías profundas y cruzados, respectivamente. Estas estriaciones también tienen el mismo ancho a lo largo de toda su longitud, una situación que puede ser explicada por

referencia a la naturaleza elástica de los materiales trabajados (cuero, en este caso, y juncos) que tengan abrasivos regulares (Buc, 2008).

También hay que tener en cuenta que la disposición de la estriación se relaciona con la organización de abrasivos en el material trabajado. Por ejemplo, en cueros de animales, productos abrasivos (minerales y proteínas) son asociados al azar (Buc, 2008) y determina la formación de estrías cruzadas. En vegetales ricos en sílice como juncos, gramíneas, elementos del exterior (incluyendo fitolitos), están dispuestos paralelos entre sí, y están vinculados con estrías paralelas, lo cual es observado en los huesos después de su uso en los juncos (Cyperaceae). Esta disposición es diagnóstica no sólo de juncos sino de algunas especies de gramíneas, disponibles en la zona de estudio (Loponte, 2008); por lo que en futuros experimentos se debería ampliar el programa experimental para incluir diversas especies vegetales nativas.

Por otra parte, la observación de imágenes en las publicaciones de especialistas, permite apreciar patrones equivalentes de micro-desgaste a los que se presentan aquí, después de las mismas condiciones experimentales, independientemente de las diferencias en descripciones (ver Griffiths, 2006; Legrand, 2007; LeMoine, 1991; Maigrot, 2003 para el desgaste por uso en cuero; Legrand, 2007 para su uso en plantas). Mientras Legrand (2007) seguía sus criterios, las descripciones son comparables, destacando la morfología y disposición de estrías, así como particularidades de micro-topografía y micro-relieve.

En el otro lado, Griffiths (2006) señala la diferencia entre el cuero y las plantas en los contornos de la superficie, lo que equivale a la invasividad de las uñas (LeMoine, 1991). Sin embargo, examinando las ilustraciones de Griffiths, "el pulimento no invasivo desarrollado después de un procesamiento con plantas ricas en sílice" (Griffiths, 2006: 530), también se asocia con estrías poco profundas, generalmente paralelas, que se menciona en este trabajo como rasgo típico de juncos. Por otro lado, el pulimento invasivo ocasionado por el uso en cuero (Griffiths, 2006: 523-24) está relacionado con las estrías profundas, cruzadas, como se ve en la muestra de cuero del programa experimental presentado.

Sin embargo, se necesita más discusión y trabajar en condiciones y criterios bien utilizados, con el fin de comparar las interpretaciones de diferentes investigadores. Además, la base de datos generados en este trabajo debe ser aumentada con el fin de determinar en qué medida la disposición de estriación se determina por las actividades.

Por último, tanto el cuero y la cerámica producen patrones cruzados de estriación. Las diferencias son evidentes al comparar las estriaciones de la cerámica templada con el cuero, ya que el primero tiene estrías muy anchas, pero pequeñas en el caso del cuero.

Como en casos anteriores, nuestras imágenes son similares a los presentados por Griffiths (1993: Fig. 18), Legrand (2007: 224) y Maigrot (2003: 119), a pesar de las diferencias en la materia prima utilizada en los

experimentos. Esta variación en la anchura de las estrías puede ser debido a la deformación plástica de la cerámica y la acción de sus partículas del temperante irregular que se desintegran cuando entran en contacto con el hueso.

## Conclusiones

El programa experimental con un total de 38 herramientas modernas, incluyeron agujas, punzones, espátulas, cuchillos y cinceles. La matriz se conformó por huesos de "alpaca" *Vicugna pacos* y la asta de "venado" Cervidae, y se escogieron tres tipos de herramientas para su fabricación: agujas, punzones y espátulas. En el caso de las agujas, estas se utilizaron para taladrar cuero seco de *Vicugna pacos* "alpaca" y taladrar textil sobre una tela fabricada de fibra de *Gossypium barbadense* "algodón", las características observadas en una aguja que se utilizó para taladrar cuero y otra aguja utilizada para taladrar textil, sirvieron para identificar agujas arqueológicas de la ZUM con la misma función.

La disposición, distribución, morfología de las estrías y pulimentos son las variables más diagnósticas en ambos casos, y que, en las herramientas arqueológicas, específicamente en una aguja de CA35, presenta similares huellas a aquella experimental utilizada para taladrar cuero seco, por lo cual una de las acciones a que fue sometida esta aguja arqueológica habría sido para taladrar cuero de camélido. En total de todas las agujas arqueológicas analizadas, se llegó a determinar que tres agujas sirvieron para taladrar cuero, nueve agujas para taladrar textiles, una aguja ornamental y una aguja como posible sujetador. Una característica, aunque obvia, es que aquellas agujas que tuvieron orificio en un extremo, fueron coincidentemente utilizadas para uso textil, y aquellas que solo exhibía el extremo apuntado, tenían uso para taladrar cuero.

La otra categoría de herramientas experimentales, son cuatro espátulas, con cuatro acciones diferentes (alisar cerámica, raer cuero seco, raer cuero fresco y rebajar madera). Teniendo en cuenta la posible función y uso de las espátulas arqueológicas, al contrastar aquellas que probablemente se utilizaron para alisar cerámica y rebajar madera, observamos que aquella espátula tecnológica utilizada para rebajar madera, presentaba las mismas características de pulimento muy desarrollado, plano, liso, brillante, con craquelados, estrías frecuentes, paralelas y oblicuas. La espátula tecnológica utilizada para alisar cerámica, presentaba huellas de pulimento desarrollado, liso/suave, grasiento, con ondas y craquelados, con estrías frecuentes en la parte activa, mixtas. Los resultados indicaron que las espátulas utilizadas en ambas acciones, dejaron en cada caso, pulimentos, craquelados, ondas y estrías, que permiten diferenciar ambas actividades y por lo tanto estos patrones sirvieron para confrontar traceológicamente con las espátulas arqueológicas e identificar su funcionalidad.

La aplicación del MEB asociado a EDS a una espátula arqueológica permitió observar zonas que presentaban micro incrustaciones semejantes a

pigmentos, las cuales al ser sometidas a la sonda EDS, permitieron identificar la presencia de aluminio, magnesio y silicio en porcentajes que indicaban que se trataba de un pigmento blanco, posiblemente de alguna pintura que fue aplicada con la espátula a la superficie de la cerámica. Tal detalle permite validar estos estudios como estrategia del uso combinado de dos técnicas con el objetivo de inferir mejor la funcionalidad de estas espátulas.

Finalmente, el último grupo de herramientas trabajadas, los punzones, utilizados para taladrar cuero seco, perforar cuero seco y horadar cuero seco, permitieron observar en cada una de estas acciones como el punzón experimental para perforar cuero seco, que presentaba estrías paralelas en la parte activa, con pulimento brillante, sin desconchados, características que presentaba mucha similitud en la forma, pulimentos y estrías que se había detectado en dos punzones arqueológicos que proceden del CA35, permitió proponer que estas herramientas arqueológicas sirvieron para perforar y horadar cuero seco.

Todos estos resultados contrastables a partir del programa experimental es producto de la combinación de dos técnicas microscópicas, donde la microscopía fotónica permite caracterizar mejor los pulimentos y brillos, y la microscopía electrónica caracteriza mejor la topografía general de las partes activas y con el añadido que el detector EDS, permite el análisis microquímico de pigmentos o pinturas que aún subsisten en ellas.

**Agradecimientos:** Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas-“ARQUEOBIOS”. También expresar nuestro agradecimiento a la Dra. Isabel Rey Fraile del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, al Dr. Arturo Morales Muñiz y Dra. Eufrosia Roselló del Laboratorio de Arqueozoología, y Dra. Carmen Gutiérrez de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Madrid.

## Referencias bibliográficas

Adán GE (1997): *De la caza al útil: La industria ósea del Tardiglacial en Asturias*. Servicio Central de Publicaciones, Consejería de Cultura.

Averbouh A (2001): Methodological specifics of the techno-economic analysis of worked bone and antler: experimental refitting and methods of application. *Crafting bone: skeletal technologies through. BAR Internacional Series 937*. pp: 111-121. Editors Choyke & Bartosiewicz.

Barandarián I (1967): *El Paleomesolítico del Pirineo Occidental. Bases para una sistematización tipológica del instrumental óseo paleolítico*. Monografías Arqueológicas III. Universidad de Zaragoza.

Buc N. (2005a): Análisis microscópico de instrumentos óseos del humedal del Paraná Inferior. Una primera aproximación experimental. *Entre pasados y presentes. Trabajos de las VI Jornadas de Jóvenes Investigadores en Ciencias Antropológicas*, editado por A. Cetti, A. Re, D. Rindel y P. Valeri, pp: 262-279. INAPL, Buenos Aires. Publicación en CDROM.



- Buc N. (2005b): *Análisis de microdesgaste en tecnología ósea: el caso de punzones y alisadores en el noroeste de la provincia de Buenos Aires (Humedal del Paraná Inferior)*. Tesis presentada como requisito final para la obtención del título de licenciatura en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.
- Buc N. (2008): *Análisis de Microdesgaste en Tecnología Ósea. El caso de Punzones y Alisadores en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires (Humedal del Paraná inferior)*. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias Antropológicas, Departamento de Ciencias Antropológicas, Fac. Filosofía y Letras, UBA, Buenos Aires.
- Buc N. (2011): Experimental series and use-wear in bone tools. *Journal Archaeological Science* 38 (3): 546-557.
- Campana D (1989): *Natufian and Protoneolithic Bone Tools. The Manufacture and Use of Bone Implements in the Zagros and the Levant*. BAR International Series, Oxford.
- Camps-Fabrer H. (1971): De l'orientation des objets en os. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 4, pp. 102-103.
- Camps-Fabrer H. (1977): Methodologie appliquée a l'industrie de l'os préhistorique. *Deuxième colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Camps-Fabrer H. (1979): Principes d'une classification de l'industrie osseuse néolithique et de l'Age des Métaux dans le Midi Méditerranéen. *L'Industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'Age des Métaux*. CNRS, Paris, pp-17-22.
- Camps-Fabrer H, Bourrelly L, Nivelles N (1974): Lexique des termes descriptifs de l'Industrie de l'Os. N° 2. L.A.P.E.M.O. Provence.
- Camps-Fabrer H, Stordeur D (1979): Orientation et définition des différentes parties d'un objet en os. *L'Industrie en os et bois de cervidé durant le Néolithique et l'Age des Métaux*. Pp. 9-11. CNRS. Paris.
- Cardich A (1964): Lauricocha. Fundamentos para una prehistoria de los Andes Centrales. *Studia Praehistorica* II. Centro Argentino de Estudios Prehistóricos. Buenos Aires.
- Clemente I (2017): El porqué y para qué de la 'Traceología' en Arqueología Prehistórica. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada, Vol. 27: 27-53.
- Cui TX, Yang Q, Yu, JC, Zhou SL, Zhao CH (2010): Microwear analysis of a bone-handled microblade excavated at Shangzhai site in Beijing: evidences from ESEM. *Science China: Earth Science* 53 (9), 1335-1342.

- D'Errico F, Backwell LR (2003): Possible evidence of bone tool shaping by Swartkrans early hominids. *Journal Archaeological Science* 30, pp.1559-1576.
- D'Errico F, Henshilwood C (2007): Additional evidence for bone technology in the southern African Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution* 52. pp-142.163.
- D'Errico F, Villa P (1997): "Holes and grooves. The contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins". *Journal of Human Evolution* 33: 1-31.
- González J, Ibáñez J (1994): *Metodología de análisis funcional de instrumentos en sílex*. Bilbao. Universidad de Deusto.
- Grace R (1989): Interpreting the function of stone tools. The quantification and computerisation of microwear analysis. BAR International Series 474. Oxford.
- Griffitts JL (1993): *Experimental Replication and Analysis of Use-Wear on Bone Tools*. Master Thesis of Arts, Department of Anthropology. University of Colorado. MS.
- Griffitts JL (2006): Bone tools and technological choice: change and stability on the Northern plains. Thesis PhD. University Arizona.
- Gutiérrez C (1990): Introducción a las huellas de uso: los resultados de la experimentación. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología* 3: 15-53.
- Gutiérrez C (1996): *Traceología. Pautas de análisis experimental*. Foro, Madrid.
- Gutiérrez C (1999): Tecnología ósea, agujas y sus matrices de extracción de la Cueva de la Pila (Cuchía, Cantabria). *Sautuola VI*. Estudios en homenaje al Profesor Dr. García Guinea. Pp. 197-205. Fundación Marcelino Botín, Gobierno de Cantabria, Diputación Provincial de Palencia.
- Julien M (1978-80): La industria ósea de los niveles formativos de Telarmachay. *Revista del Museo Nacional XLIV*: 69-93. Lima.
- Julien M (1986): La fonction des outils d'os peu élaborés de Telarmachay (Pérou). *Artifacts 3: outillage peu élaboré en os en bois de cervides II*: 15-22 Editions du C.E.D.A. Belgica.
- Julien M (1995): La industria ósea. Telarmachay. Cazadores y pastores prehistóricos de los Andes. *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*. N° 88. Tomo I. pp. 199-219 Lima.
- Julien M, Averbouh A, Ramseyer D, Bellier C, Buisson D, Cattelain P, Patou-Mathis M, Provenzano N (2000): *Préhistoire d'os. Recueil d'études sur l'*

*industrie Osseuse Préhistorique offert à Henriette Camps-Fabrer.* Université de Provence, Provence.

Keeley LH (1978): Los usos de los instrumentos de sílex en el Paleolítico. *Investigación y Ciencia* 16, pp. 52-60.

Keeley LH (1980): *Experimental determination of stone tool uses, a microwear analysis.* The University of Chicago Press, Chicago and London.

Legrand A (2007): Fabrication et utilisation de l'outillage en matières osseuses du Néolithique de Chypre: Khirokitia et Cap Andreas-Kastros. In: *British Archaeological Report. International Series*, vol. 1678. Oxbow, Oxford.

LeMoine G (1991): *Experimental Analysis of the Manufacture and Use of Bone and Antler Tools among the Mackenzie Inuit.* Ph. D. Dissertation, University of Calgary, Alberta, Canada. MS.

LeMoine G (2001): Skeletal technology in context: an optimistic overview. *Crafting bone: skeletal technologie through. Time and space. BAR International Series* 937. pp. 1-7. Edit. Choyke & Bartosiewicz.

Levi-Sala I (1987): Microscopic analysis of some Mousterian pieces from Kebara. The effect of post depositional processes on functional interpretation. *Mitekufat Haeven, Journal of the israel Prehistoric Society*, 20: 143-150.

Liesau C (1998): El Soto de Medinilla: faunas de mamíferos de la edad del hierro en el valle del Duero (Valladolid, España). *Archaeofauna* 7: 11-210.

Longo L, Skakun N, Anderson PC, Plisson H (2005): *The roots of use-wear analysis: selected papers of S.A. Semenov.* Verona: Museo Civico di Storia Naturale di Verona.

Lynch TF (1980): *Guitarrero Cave. Early man in the Andes.* New York. Academic Press, Studies in Archaeology.

Maigrot Y (2003): *Etude technologique et fonctionnelle de l'outillage en males.* La station 4 de Chalain (Néolithique final. Jura. France). These de Paris 1.

Meneses M (1991): *Propuesta metodológica para el análisis de la industria ósea del neolítico en Andalucía. Un ejemplo: la Cueva del Toro (Antequera, Málaga).* Resumen de la Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. Secretariado de Publicaciones. La Laguna.

Morales D (1978): Excavaciones en Las Salinas de San Blas (Junín). III *Congreso del Hombre y la Cultura Andina, Actas y Trabajos.* Tomo I: 325-344. Lima.

Olsen S (1979): "A study of Bone Artefacts from Grasshopper Pueblo, AZ P: 14: 1". *The Kiva* 44 (4): 341-371.

- Pascual JL (1998): *Utillaje óseo, adornos e ídolos neolíticos valencianos. Serie de trabajos varios 95.* Servicio de Investigación Prehistórica. Valencia.
- Pérez M (1992): *Marcas de carnicería, fracturas intencionadas y mordeduras de carnívoros en huesos prehistóricos del Mediterráneo español.* Diputación Provincial de Alicante, Alicante.
- Piel-Desruisseaux JL (1989): *Instrumental prehistórico. Forma, fabricación, utilización.* Universidad de Valencia. Masson S.A. Barcelona.
- Rick JW (1980): *Prehistoric hunters of the High Andes.* New York, Academic Press, Studies in Archaeology.
- Rodanés V (1987): *La industria ósea prehistórica en el valle del Ebro.* Diputación General de Aragón. Departamento de Cultura y Educación. Zaragoza.
- Rosales T (2016): *La industria ósea de la Zona Urbana Moche, Complejo Arqueológico Huacas del Sol y de la Luna, Trujillo-Perú.* Tesis para optar el grado de Doctor en Prehistoria, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Madrid-España.
- Santander B (2010): *La industria ósea y su uso en materiales animales blandos. Una aproximación traceológica a un conjunto arqueológico del norte de Chile.* Tesis para optar al grado de Máster Europeo en Cuaternario y Prehistoria, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Instituto Politécnico de Tomar (Portugal), Universitat Rovira i Virgili (España), Universidad degli studi di Ferrara (Italia), Museum national d' Histoire Naturelle (Francia).
- Semenov SA (1964): *Prehistoric technology. An experimental study of the oldest tools and artifacts from traces of manufacture and wear.* Cory, Adams and Mackay Ltd., Londres. Traducción española 1981, Editores Akal.
- Semenov SA (1981): *Tecnología Prehistórica.* Akal Editores. Reedición VAAP 1957.
- Vásquez V, Rosales T (2004): *Análisis de restos orgánicos (zoológicos y botánicos) de CA 30, CA 35 y Plaza 3, Zona Urbana Moche-Huaca de la Luna, Temporada 2004.* Informe presentado a la Dirección del Proyecto Arqueológico Huaca de la Luna. Trujillo.
- Vásquez V, Rosales T (2005): *Análisis de restos orgánicos (zoológicos y botánicos) de CA 35 y CA 17, Zona Urbana Moche-Huaca de la Luna, Temporada 2005.* Informe presentado a la Dirección del Proyecto Arqueológico Huaca de la Luna. Trujillo.
- Vásquez V, Rosales T (2006): *Análisis de restos orgánicos (zoológicos y botánicos) de CA 21, CA 39 y CA 40, Zona Urbana Moche-Huaca de la*



Luna, Temporada 2006. Informe presentado a la Dirección del Proyecto Arqueológico Huaca de la Luna. Trujillo.

Vento E (1985): Ensayo de clasificación sistemática de la industria ósea neolítica. La Cova de l'Or (Beniarrés, Alacant). Excavaciones antiguas. *Saguntum* 19, pp.31-83. Valencia.

