
BOLETÍN DE ARQUEOLOGÍA 10

EXPERIMENTAL



2013-2015

UAM
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE MADRID

FYL

EXARCA

Asociación
española
de
arqueología
experimental



Paleoaprende



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

Índice

<i>EXARC and Experimental Archaeology.</i> <i>R.Paardekooper PhD</i>	4
<i>Efectos de la temperatura sobre las características físicas de granos actuales de</i> <i>Chenopodium quinoa Willd (quínoa).</i> <i>M. G. Aguirre, A. Bertelli, A. Alarcón, M. Domínguez, A. Campy, F. Carrasco, G.</i> <i>Argañaraz y F. Borsella</i>	13
<i>Procesamiento post-cosecha y carbonización experimental de granos de</i> <i>Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae cv. (chía roja). Acercamiento a datos actuales con</i> <i>inferencia arqueológica.</i> <i>M. L. López y E. S. McClung</i>	27
<i>Bramaderas: ¿instrumento o sistema de comunicación? Un acercamiento experimental.</i> <i>L. Ruano y M. Freire</i>	- 45 -
<i>Estudio de procesos posdeposicionales en hueso, asta y sílex.</i> <i>P. Gella y E. Carnero</i>	61
<i>Carpología experimental: replicación de procesos de carbonización de frutos de</i> <i>Quercus ilex (según evidencias mesolíticas)</i> <i>Judith del Río</i>	71
<i>Propuesta experimental para la fabricación de las cuerdas de una cítara griega</i> <i>F. Fuster Antón</i>	88
<i>Maquillaje en el Antiguo Egipto.</i> <i>P. Gilibert</i>	95
<i>Dibujando animales. Taller infantil de 4 a 8 años.</i> <i>J. L. González</i>	103
<i>Corte sobre madera con herramientas líticas.</i> <i>C. Hernández, J. M. Sanz y N. Fernández</i>	125
<i>Aprendizaje en industria lítica mediante el concepto de talla discoide.</i> <i>C. Herranz</i>	135
<i>Experimentación en arqueología: los conos de perfume. De la pared al laboratorio.</i> <i>M. R. Luelmo</i>	143
<i>Identificación y caracterización de rastros de uso: programa experimental sobre rocas</i> <i>cuarcíticas y ftanita (provincia de Buenos Aires, Argentina).</i> <i>Nélida M. Pal</i>	161
<i>Cómo se calentaba el caldo prehistórico.</i> <i>J. Palacios</i>	174
<i>Pesos máximos y pesos mínimos. La eficacia de los percutores de arenisca en la apertura</i> <i>de frutos con cáscara.</i> <i>S. Pardo</i>	183
<i>Los combustibles en las lámparas del Paleolítico superior.</i> <i>E. Pérez y D. Muñoz</i>	197
<i>Experimentación de la técnica decorativa de boquique.</i> <i>G. de Santa Ana y A. Talotti</i>	209
<i>Reseña de “Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology”.</i> <i>C. Torres y N. Castañeda</i>	218

EDICIÓN

Javier Baena Preysler
 Nuria Castañeda Clemente
 Estefanía Pérez Martín
 Concepción Torres Navas

COLABORADORES

Laboratorio de Arqueología
 Experimental UAM

EXARC

EXPERIMENTA

Departamento de Prehistoria y
 Arqueología de la UAM.

Servicio de Publicaciones de la
 Universidad Autónoma de Madrid.
 Facultad de Filosofía y Letras
 Ciudad Universitaria Cantoblanco
 28049 Madrid – Spain
 Javier.Baena@uam.es

ISSN electrónico: 2530-3554
 ISSN impreso: 1138-9354

CONDICIONES EDITORIALES

Este Boletín tiene una periodicidad plurianual. Cada número del boletín será cerrado con los trabajos recibidos a lo largo del año siguiente.

Los originales deben entregarse en formato Word o compatible. La extensión aproximada de los trabajos oscila entre dos a 20 páginas, a doble espacio y letra estándar (Times New Roman o similar). Debe incluir Título, Autores, Filiación de los autores y su correo electrónico, Resumen en castellano e inglés, 4 palabras clave, en castellano e inglés. Las ilustraciones deben tener calidad suficiente y ocupar dos páginas como máximo. La bibliografía debe cumplir las normas que sigue el presente número.

El carácter de esta revista es gratuito, pudiendo consultarse en:
[//http://www.uam.es/otros/baex/](http://www.uam.es/otros/baex/)

Esta publicación se enmarca dentro del proyecto: “*¿Cómo, quién y dónde?: variabilidad de comportamientos en la captación y transformación de los recursos líticos dentro de grupos neandertales. HAR2013-48784-C3-3-P*”

FOTOGRAFÍA DE PORTADA:

Recreación de una zona de hábitat de cazadores-recolectores realizada por el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM, para el Centro de Arqueología Experimental CAREX-ATAPUERCA (Atapuerca, Burgos). Autor de la fotografía: Foivos Michos-Rammos. Marzo 2015.

PART 1: WHAT IS EXARC?

EXARC originally focused on archaeological open-air museums. There are close to 400 such museums in Europe and probably a similar number in the United States and dozens more scattered over the world. EXARC keeps an overview at www.openarchaeology.info/venues.

The second leg of EXARC is experimental archaeology which can be simplified to “any serious attempt to understand the past by means of experimentation using archaeological sources”. We have an online bibliography with over 11,000 titles at www.openarchaeology.info/bibliography. Both these resources are maintained and updated with help of the EU project OpenArch.

EXARC also works with archaeotechnique: many people are involved in old techniques of production or follow up questions raised by archaeology like for example: how did people make fire in the Stone Age? These are exactly the stories which are explained in archaeological open-air museums.

EXARC's final leg is interpretation-not just live interpretation or living history but it also includes museum education and museum theatre. America has great experience but is it really true that whatever works brilliantly in Colonial Williamsburg will reach a similar resonance in Munich, Germany?

The EXARC Journal is published every quarter online and twice per year in hard copy. This too is supported by OpenArch. EXARC publishes about the latest developments, new open-air museums, research, conferences and more. The EXARC Journal – and actually EXARC itself – bridges between Science and museums.

One can find EXARC online at www.exarc.net as well as on social media where we manage several groups and channels, with over 13,000 subscribers.

EXARC is a network organization. Our members tell stories inspired by archaeology. These are about the daily life, against the backdrop of the larger political and economic frame. The stories contain elements which are comparable to the present and with that these stories are extremely relevant to our public. Those who can listen well will learn from the past for the here and now.

¹ EXARC. r.p.paardekooper@gmail.com

PART 2: WHAT ARE ARCHAEOLOGICAL OPEN-AIR MUSEUMS?

Archaeological Open-Air Museums are a successful reply to the rising experience society (Paardekooper 2013). The museums use basic techniques which are as old as the first archaeology and cannot be seen separately from archaeological findings.

It is hard to define what archaeological open-air museums really are. Most authors writing about archaeological open-air museums refer to the diversity in presentations and the resulting difficulty of precisely defining these sites. Although the differences between Archaeological Open-Air Museums are large, they have more in common than at first sight. Archaeological Open-Air Museums are united in having an outdoor facility with reconstructed buildings, a scenery or stage so to say, for their activities. In most cases, the facility is themed with prehistory, the Roman Era or a medieval scene.



Figure 1: A Stone Age type house in Heldenberg, Austria

At these places a wide variety of matters is presented, ranging from archaeological workshops, school excursions up to spectacular events.

Archaeological open-air museums usually have no collection of tangible artefacts. If their houses burn down—they are fake anyway—it is not the end of the museum.

They collect information, stories if you like, which they present in the prehistoric or medieval scenery. The information itself, the intangible cultural heritage resources, is the collection. Thus, archaeological open-air museums, like science centres and heritage visitor centres are ever more accepted in the international museum family.

However, the differences between an Archaeological Open-air Museum and a traditional ‘showcase’ museum are apparent. A museum—even in modern commercial exhibitions—tends to be artefact based, while archaeological open-air museums are activity based.

Most artefacts at an Archaeological Open-air Museum are to be touched and used. In many cases, tourist visitors think that what they see is the exact way it was. The image of such a “Stone Age house” is such impressive, that people take it for real, for original. And we can tell again and again that what they see is just one of the possibilities of how life might have been back then, but will our visitors even hear us?



Figure 2: A Stone Age event, Oerlinghausen, Germany

A museum in the traditional sense of the word has as tasks collecting, preserving and presenting. An archaeological open-air museum looks at it differently. The five keywords are: education, presentation, experiment, commerce and Living History. That does not make them having a worse or less successful approach than the archaeological museum around the corner. Thankfully, there are more and more “crossovers”: a combination of indoor and outdoor. In my opinion, combining the two approaches is the very best to do.

For many children (an important group of visitors) our museums are attractive as we have so much and so much different life. Using this is a way to get in contact with your visitors, to help transfer the story behind the product. The people first see a goat or a pig, but when they leave, they might see it as a “prehistoric” kind of animal instead of just a pet.

So what is an archaeological open-air museum?

The international federation EXARC has come with a **definition**: An archaeological open-air museum is a non-profit permanent institution with outdoor true to scale architectural reconstructions primarily based on archaeological sources. It holds collections of intangible heritage resources and provides an interpretation of how people lived and acted in the past; this is accomplished according to sound scientific methods for the purposes of education, study and enjoyment of its visitors.

#A Museum

“A museum is a non-profit², permanent institution in the service of society and its development, open to the public, which acquires, conserves, researches, communicates and exhibits the tangible and intangible heritage of humanity and its environment for the purposes of education, study and enjoyment.” (ICOM Statutes, approved in Vienna (Austria) – August 24, 2007. Art. 3, Section 1).

Professional practice and performance in archaeological open-air museums should respect the ICOM Code of Ethics for Museums (ICOM 2006, www.icom.museum).

#B Archaeological

Archaeological data are the primary source of information of what is reconstructed and interpreted.

#C True to scale architectural reconstructions in the open-air

Archaeological open-air museums deal with outdoor true to scale reconstructed buildings. These can be constructed and interpreted only under the condition that: *“the original buildings of the type portrayed are no longer available (and) the copies or reconstructions are made according to the strictest scientific methods”* (ICOM declaration: 9th July 1956/1957 Geneva, section 6).

The authenticity of materials and techniques used should be clearly accounted for through written and accessible records, quoting the sources of information on which the reconstructions are based. An honest assessment of each reconstruction should be feasible.

#D Collections of intangible heritage resources

The overall presentation of an archaeological open-air museum can be regarded (classified/defined) as a collection of intangible heritage resources which provides an interpretation of how people lived and acted with reference to a specific context of time and place.

#E Connected to scientific research

The connection between scientific research and any specific archaeological open-air museum is provided by the active role of a trained archaeologist among the staff or an archaeological counsellor belonging to an affiliated organisation.

#F Appropriate interpretation with organisation of activities for visitors

Depending on the nature and amount of visitors, different kinds of interpretation can be appropriate. These activities can involve (but are not limited to) guided tours, educational programmes, presentation of experimental archaeology research, demonstrations of ancient crafts and techniques, live interpretation and living history activities.

Table 1: What is an archaeological open-air museum?

² “Non Profit refers to a legally established body- corporate or unincorporated - whose income (including any surplus or profit) is used solely for the benefit of that body and its operation. The term "not-for-profit" has the same meaning” (ICOM Code of ethics for museums, ICOM 2006: <http://www.icom.museum/ethics.html>).

Are archaeological open-air museums more commercial than a museum? Yes. But much less than theme parks are. Theme parks make imaginations, based on some romantic past which never existed, like for example on the “Pirates of the Caribbean” or on the “Wild West”. As our kind of museums have to earn most of their own income and are in no way protected for ‘bad years’, commerce was introduced, besides science, education and presentation. When a National Museum in the Netherlands earns 80% of its budget from governmental funding, for archaeological open-air museums, it usually is the other way around. And if you then think that income is only generated in Summer time, one understands, these museums usually are heavily in debt by February. They need to be very flexible.

The future of archaeological open-air museums might very well be ‘to build a virtuous circle of exchange among research, education and tourism that has its centre in experimental archaeology in archaeological open-air museums’ (Comis 2010, 9-12).

PART 3: WHAT IS EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY?

Experimental archaeology, if done correctly, is a very useful tool, one of many, used to gain a better understanding about the past. Several definitions have been put forward in the past decades. One of the more recent definitions of experimental archaeology stems from Mathieu when he states that experimental archaeology is “a sub-field of archaeological research which employs a number of different methods, techniques, analyses, and approaches within the context of a controllable imitative experiment to replicate past phenomena (from objects to systems) in order to generate and test hypotheses to provide or enhance analogies for archaeological interpretation” (Mathieu 2002: 1). Mathieu clearly refers in his definition to the multi-disciplinary character of experimental archaeology when a situation is created to make comparisons with the archaeological record. When in some cases, setting up such a comparison is meant to create ideas about the past, in other experiments analogies are created to directly compare with the past. Experimental archaeology is invisible, as its results are data, not products. It is a process of gathering knowledge and involves verbal-theoretic data combined with knowledge gained by experience.

Experimental archaeology is not only a technical approach (a natural science), but also a human science. This is both a strong point and a weakness. The ultimate research does not concern the pot, but the “Indian behind the pot”. However, to learn a craft used in the past out of a book (say wool spinning) is entirely different from experiencing it. Doing it for real involves all our senses and requires agility. It leads to an understanding of space, form, technique and material. Often a technique might be easy to learn, but hard to master sufficiently.

Experimental archaeology could refer to different activities. Some of these aspects refer to the realm of research, others to tourism or education. Often, house (re)constructions or life size models are the first activity coming into mind when thinking of experimental archaeology. In books and brochures the building of a museum is presented as experimental archaeology. It would maybe be better to say that it was an act of personal experience. Experiment and experience are two different terms which are often mixed up. Educational school programs are often called experimental archaeology, even though these are simply

‘first time experiences’ of making fire, grinding grain on a stone quern or sailing in a longboat.



Figure 3: Experimenting with producing iron, Eindhoven Museum, the Netherlands

Demonstrations for a tourist public, for example iron smelting, are also often considered experimental archaeology. In some cases, the ‘actors’ are volunteers of a living history group, dressed up as if they stepped out of the past five minutes ago.



Figure 4: Student Exercise with Shields, Oerlinghausen, Germany

Obviously, experimental archaeological science needs more than that, even though demonstrations and experiments can be combined successfully, as the past two decades in Sagnlandet Lejre (Denmark) have shown. There are also so-called ‘back to Old Times’ summer camps or ‘Life Experiments’ which are referred to as experimental archaeology. An example is the 2006 German TV show “*Steinzeit das Experiment*” (Schlenker and Bick 2007: 8-43). Often, these camping weeks have a social aspect which in the end is of higher priority than its archaeological character. If done correctly, much information can be derived from these various activities. Experimentation can be about trying out a technique, occasionally, trying to answer personal questions like “does this actually work?”, “can I do it?” and “how much time does it cost me?” This again is about gathering personal experience which, if put in the right perspective, can lead to scientific value. Finally, there are the scientifically ‘correct’ experiments, which are structured according to laws in natural science. These experiments are well planned, reproducible, well documented and published.

Experimental archaeology is as old as archaeology itself. There are known 16th century examples which can best be described as “any honest effort to understand ancient artefacts by actually working with them” (Coles 1979: 11-12). The main focus of these experiments was on the provenance of artefacts and derived from the need to prove whether objects were manmade or natural. An example of this are the bronze horns from Iron Age Ireland (Coles 1979: 14) which were tried out in 1860 by the excavator who, “in the act of attempting to produce a distinct sound”... “burst a blood vessel and died a few days later”. This must have been one of the earliest casualties of experimental archaeology.

Over the past decade, literature references to experimental archaeology and related fields such as archaeological open-air museums were collected. This database of over 11 000 references can be found at www.openarchaeology.info. When looking at simple statistics, a few things become clear. Experimental archaeology has never been more popular: 59% of the known titles date to 1990 or later, only 6% to 1960 or earlier. The publications in this field are hard to come by when 78% are articles, chapters or conference papers – there are hardly any monographs. With half of all entries published in English, those limited to only this language miss out a large part. If one would read both English and German, that would cover three quarters. Of the over 6 400 authors in the list, 85% only have one or two references, referring to their one and only experiment, meaning that most experimenters are not experienced at all. It must be added that according to my estimations, over 75% of activities which could be labelled as experiments in the sense that they teach us something valuable about archaeology are never published or even written down. A history of experimental archaeology still needs to be written. The most popular search keywords on the website include archaeological open-air museums, construction of buildings, ethnoarchaeology, ceramics and stone, followed by education, iron, ships, tools, textiles and finally use wear analysis.

What is a good experiment? Kelterborn (2005) mentions the importance of clear goals, correct modelling, measurability, repeatability, professional planning and supervision and execution with the correct manual skill. A simple working script for experiments can be summarised as follows (Lammers–Keijzers 2005: 22) (Table 2).

-
1. Define archaeological problem
 2. Is it Hypothesis-testing or Hypothesis-forming?
 3. Structure: static (no changes made in the test) or dynamic (result oriented) single experiment or multiple simultaneous lines;
 4. Conditions: interpretation level (between intuition-scientific) influential variables (persons, tools, materials, techniques, environment)
 5. Mid-evaluation: check design and realisation
 6. Preparation documentation
 7. Perform the test and document
 8. Feedback or comparison
 9. Ascertain analogy: uniformity and unambiguity
 10. Conclusion
 11. Report
 12. Repeat test
-

Table 2: Working script for experiments (Lammers-Keijsers 2005: 22).

It is important to note the many steps undertaken before the actual experiment takes place and to take a closer at analogies, the hinge in experimental design. As Lammers puts it, “an analogy is unambiguous when there are no alternative explanations for the occurrence of similarities between source and object” (Lammers-Keijsers 2005). For example, cutting down trees produces evidence which cannot be arrived at in another way. Now let us be clear, archaeology, like any human science, cannot provide us with certainties, but we can go a long way. Using experimental archaeology enlarges our frame of reference and therefore, our hypotheses become more probable and our analogies become more unambiguous.

We can prove an impossibility (a false hypothesis), but we cannot verify a hypothesis for sure (Popper 1959: 57–73).



Figure 5: Tar production, Oerlinghausen, Germany

PART 4: CONCLUSION

Experimental archaeology presentations are often included in main stream conferences like at the SAA, EAA, TAG. By now there are many dedicated “experimental” conferences. An important international conference is the Winter Conference, usually in the British Isles (<http://experimentalarchaeology.org.uk>), another one, mainly in German, is early October (www.exar.org) and in the USA there is RE-ARC (www.rearc.us). The world’s largest experimental archaeology conference however, takes place every three years in Spain, in Burgos in 2014, in Tarragona in 2017.

EXARC is the world’s largest network on experimental archaeology, open-air museums and much more. Through EXARC you stay in contact with colleagues in between the conferences and meetings. Experimental archaeology is ready for a glorious future. It is appealing and has much to add to mainstream archaeology. So does EXARC. Join us at www.exarc.net.

BIBLIOGRAPHY

- COLES, J.M. (1979): *Experimental archaeology*. London: Academic Press.
- COMIS, L. (2010): “Experimental Archaeology: methodology and new perspectives in Archaeological Open Air Museums”. *euroREA: Journal for (re)construction and experiment in archaeology* 7: 9-12.
- KELTERBORN, P. (2005): Principles of experimental research in archaeology. *euroREA: Journal for (re)construction and experiment in archaeology* 2: 120-122.
- LAMMERS-KEIJERS, Y.M.J. (2005): “Scientific experiments: a possibility? Presenting a cyclical script for experiments in archaeology”. *euroREA: Journal for (re)construction and experiment in archaeology* 2: 18-24.
- MATHIEU, J.R. (2002): “Introduction”. In Mathieu, J.R. (ed.): *Experimental archaeology, replicating past objects, behaviors and processes*: 1-11. BAR International Series 1035. Oxford: Archaeopress.
- PAARDEKOOPER, R.P. (2013): *The Value of an Archaeological Open-Air Museum is in its use*. Leiden: Sidestone.
- POPPER, K.R. (1959): *The logic of scientific discovery*. London: Routledge.
- SCHLENKER, R. & BICK, A. (2007): *Steinzeit-Leben wie vor 5000 Jahren*. Stuttgart: Theiss Verlag, Hampp Media.
-

Efectos de la temperatura sobre las características físicas de granos actuales de *Chenopodium quinoa* Willd (quínoa)

M Gabriela Aguirre¹; Andrea Bertelli²; Agustina Alarcón²; María Domínguez²; Andrea Campy²; Florencia Carrasco²; Guadalupe Argañaraz² y Florencia Borsella²

Resumen

La quínoa forma parte de la dieta de numerosas poblaciones andinas desde momentos prehispánicos hasta hoy y su consumo requiere la desaponificación de los granos mediante el escarificado y/o lavado. En Argentina se han registrado restos disecados y carbonizados de esta planta en distintos contextos arqueológicos. Teniendo esto en cuenta, el objetivo de este trabajo es describir el estado de preservación y los efectos de la temperatura sobre las características físicas de granos actuales de quínoa luego de ser sometidos a exposiciones térmicas controladas en laboratorio. Esta experimentación permite concluir que a bajas temperaturas, no se observan indicios macroscópicos de la acción del calor sobre los granos pero sí variaciones de tamaño, mientras que a mayores valores de temperatura el calor ocasiona modificaciones que se aprecian a simple vista. Estas observaciones alertan sobre la importancia de generar colecciones de referencia útiles al momento de realizar interpretaciones arqueológicas.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*. Quínoa. Arqueología experimental. Arqueobotánica.

Abstract

The quinoa is part of the Andean population's diet since pre-Hispanic times until the present. Its consumption requires the desaponification by scarifying and/or washing the grains. Charred and dry preserved remains of this plant have been found in Argentine in different archaeological contexts. Considering this, the aim of this paper is to describe the preservation state and the effects of the temperature on the physical features of current quinoa grains after controlled thermal exposures in the laboratory. The results of this experimentation show that the macroscopic traces of heat on grains cannot be observed in low temperatures, but it is possible to see the variations of size, while higher temperature produces macroscopic alterations on the grains. These observations alert about the importance of useful reference collections in archaeological interpretations.

Keywords: *Chenopodium quinoa*. Quinoa. Experimental archaeology. Archeobotany.

¹ Cátedra de Bioarqueología. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Miguel Lillo 205. CP 4000. Tucumán. mgabaguirre@hotmail.com

² Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina

INTRODUCCIÓN

La quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) forma parte de la dieta de distintas poblaciones andinas desde momentos prehispánicos hasta la actualidad, su cultivo se extiende desde el Norte de Colombia hasta el Sur de Chile siendo el rango altitudinal más óptimo entre los 2.500 a 3.800 msnm (Mujica y Jacobsen 2006).

Hunziker (1952) considera que su centro de origen fueron las montañas de Ecuador, Perú y Bolivia siendo *Chenopodium hircinum* la especie silvestre más afín y *Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* (Ashpa Quinoa) un eslabón entre quínoa y *C. hircinum*. Actualmente existen cinco grupos principales de quínoa (Tagle y Planella 2002; Valencia Chamorro 2004): 1-del nivel del mar (Chile), 2-de valles andinos que crecen en los altos valles de Perú, Ecuador, este de Bolivia y sur de Colombia, en altitudes que varían entre los 2.100 y 3.900 msnm, 3-de altiplanos, propias de las altas montañas del sur de Perú, oeste de Bolivia, Norte de Chile y Argentina en alturas que sobrepasan los 3.600 msnm., 4-de salares (Bolivia) asociadas a salares del SO de Bolivia que crecen entre los 3.000 y 3.600 msnm y 5-de cejas de selva o yungas (Bolivia) adaptadas a cotas bajas, 1.800 y 2.300 msnm.

La riqueza nutritiva de sus granos reside en los carbohidratos, principalmente almidón, grasas y proteínas que contienen. La palatabilidad de los mismos disminuye si la saponina (glucósido) ubicada en el perisperma de la semilla no se elimina. De acuerdo a la cantidad de saponina, la quínoa se clasifica en: quínoa libre (0% de saponina), quínoa dulce (menos de 0.06% de saponina) y quínoa amarga (más de 0.16% de saponina) (Romo *et al.* 2006). Para obtener granos aptos para la alimentación humana, la desaponificación se lleva a cabo siguiendo diferentes métodos: escarificado, lavado o combinación de escarificado/lavado (Nieto y Vimos 1992) presentado cada uno de ellos ventajas y desventajas (Romo *et al.* 2006).

Desde el punto de vista arqueológico, en la Argentina se han registrado semillas, restos de panojas y tallos relacionados a distintos contextos de recuperación y cronología (Babot *et al.* 2013; Aguirre 2012; Caló 2010; Rodríguez *et al.* 2006; Gambier 2002; Hunziker 1943). Así, atendiendo a que las semillas arqueológicas de quínoa pueden preservarse disecadas o carbonizadas y que dentro de las prácticas de postcosecha actuales el tostado se lleva a cabo para obtener harinas (Romo *et al.* 2006), el objetivo de este trabajo es describir el estado de preservación y efectos de la temperatura sobre las características físicas de semillas actuales de quínoa, luego de ser sometidas a exposiciones térmicas controladas en laboratorio; para esto se diseñó un protocolo de experimentación a fin de que los resultados experimentales obtenidos brinden información macroscópica sobre los cambios que ocasiona el calor en las semillas y ayudar así, a diferenciar en el registro arqueológico a aquellos granos que pudieron estar en contacto con fuentes de calor en diversas tareas cotidianas de subsistencia.

EXPERIMENTACIÓN Y CARPOLOGÍA

Para este estudio se optó por un abordaje experimental ya que se reconoce que en arqueología los experimentos tienen como finalidad descubrir, describir, explicar y predecir distintos aspectos relacionados a los vestigios arqueológicos (Nami 1991) y proveer un camino para examinar supuestos arqueológicos sobre el comportamiento humano en el

pasado (Coles 1979). Por otra parte, la arqueología experimental, en tanto rama de la arqueología, incluye la replicación, el análisis y/o la interpretación de materiales arqueológicos por medio de la experimentación científica (Ascher 1961).

De acuerdo a Scarano *et al.* (1994), las investigaciones científicas experimentales pueden sintetizarse en las siguientes formas: el estudio observacional controlado: “que consiste en la búsqueda de variadas situaciones para determinar si un fenómeno se produce uniformemente de la misma manera, si el mismo varía, o bien si tiene lugar sólo en algunos casos pero no en otros” (Scarano *et al.* 1994:192). Por otra parte, en los experimentos de campo el sistema experimental es “conscientemente seleccionado, estable y controlable; además se puede describir precisamente y variar dentro de cierta gama uno o varios factores” (Scarano *et al.* 1994:193). Por último, en los experimentos en sentido estricto, “el experimentador puede manipular a voluntad, aunque sólo dentro de determinados límites, ciertos aspectos de una situación (factores o variables) de los que supone que constituyen las condiciones para la aparición de los fenómenos estudiados” (Scarano *et al.* 1994:193).

Se reconocen diferentes estudios que han conjugado en el análisis de los carporestos, las vías experimentales, tafonómicas y arqueológicas. Así, se han diferenciado semillas silvestres de semillas cultivadas (Mangafa y Kotsakis 1996), se asignaron restos vegetales arqueológicos a niveles específicos (Planella *et al.* 2012), se distinguió semillas carbonizadas por procesos postdepositacionales (Sievers y Wadley 2008) y se generaron descripciones referidas a las alteraciones físicas y químicas que experimentan diferentes tipos de semillas en carbonizaciones bajo condiciones de laboratorio (Braadbaart *et al.* 2007). Por otra parte, distintos autores reconocen que en el proceso de carbonización son variables importantes la estructura, humedad de las semillas (Guarino y Sciarriello 2004; Gustafsson 2000), la temperatura y la duración de la exposición (Wright 2003). Estos dos últimos factores intervienen en la preservación o no de las plantas luego de una exposición térmica (Wright 2003).

EXPERIMENTACIÓN

Para realizar esta investigación se tomó como referencia general el estudio de Wright (2003) quien experimentó en laboratorio con distintos tipos de semillas, entre ellas de *Chenopodium*. En el estudio que llevamos a cabo se utilizaron 140 granos de *Chenopodium quinoa* obtenidas en la localidad de Tilcara (Provincia de Jujuy, Argentina). Desde el punto de vista botánico, el fruto de la quinoa es un aquenio cubierto por el perigonio cuyo color puede ser verde, púrpura o rojo. El pericarpio está pegado a la semilla y presenta alvéolos, mientras que esta se presenta envuelta por el episperma que forma una membrana delgada. El embrión está integrado por los cotiledones y la radícula y constituye la mayor parte de la semilla envolviendo al perisperma como un anillo. Se pueden considerar tres tamaños de granos: tamaño grande de 2,2 mm a 2,6 mm; tamaño mediano de 1,8 mm a 2,1 mm y tamaño pequeño menor a 1,8 mm (Tapia *et al.* 1979). De acuerdo a Stikic *et al.* (2012) las semillas contienen un 10,87% de humedad, 17,41% de proteínas, 4,79 % de aceites, 10,32 % de fibras, 7,06 de cenizas y 49,55 % de almidón.

Mediciones: Las semillas fueron medidas con calibre marca Vernier a 0,02 mm de precisión antes y luego de ser expuestas al calor. Las medidas que se contemplaron fueron 3: D1 corresponde al ancho del grano, D2 al largo y E es el espesor (Fig. 1).

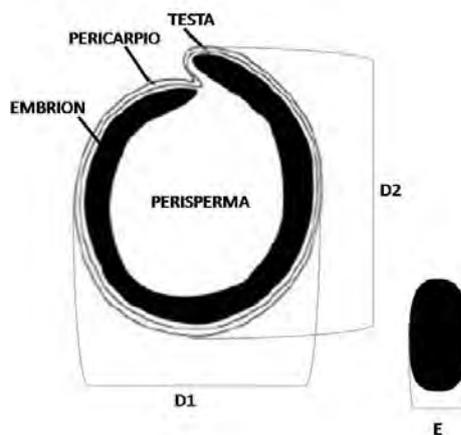


Figura 1: Medidas contempladas en este estudio y principales tejidos que integran el grano de quínoa. Tomado y modificado de Bruno y Whitehead (2003)

Condiciones de carbonización: La carbonización se realizó en mufla (Tecno Dalvo HM1) y se tuvieron en cuenta las siguientes variables: A-*Temperatura*. El rango considerado fue de 100°C a 700°C, a intervalos de 100°C. B-*Tiempo de exposición*. El tiempo fue constante y cada experimento se extendió durante 5 minutos. C-*Atmósfera*: Se buscó recrear dos tipos de atmósferas, una oxidante, es decir, un estado de aire con cantidades significativas de oxígeno, para esto se depositaron los granos sin ningún tipo de tratamiento en un crisol, mientras que para la atmósfera reductora o atmósfera sin cantidades significativas de oxígeno y otros vapores, las semillas se cubrieron con arena dentro del recipiente.

Luego de realizada la experiencia, las semillas se observaron bajo lupa binocular Arcano a 20x y 40x, se fotografiaron y los datos se tabularon. A partir de la observación macroscópica del material vegetal se definieron distintos estados de preservación para las semillas expuestas al calor:

- Estado no carbonizado: semillas que no presentan coloración negra.
- Estado tostado: semillas de color marrón.
- Estado carbonizado: semillas reducidas al estado de carbón, el material en su totalidad toma color negro.
- Estado ceniza: semillas reducidas a polvo producto de una combustión completa.

RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 se sintetizan los resultados obtenidos al exponer los granos a diferentes temperaturas en una atmósfera reductora y oxidante respectivamente.

Atmósfera reductora											
Temperatura	Número de individuos recuperados/Parte anatómica	Forma	Peso		Tamaño						Estado de preservación
			inicial	final	inicial			Final			
					D1	D2	E	D1	D2	E	
100°C	10/ grano	lenticular	0,15	0,15	2,3	2,2	1,3	2,3	2,28	1,3	No carbonizado
200°C	10/ grano	lenticular	0,17	0,17	1,925	2,1	1,175	2,14	1,99	1,2	No carbonizado
300°C	10/ grano	lenticular	0,21	0,2	2,066	2,233	1,266	2,13	2,113	1,193	Tostado
400°C	x	masa de granos	0,17	0,15	2,333	2,366	1,4	x	x	x	Carbonizado
500°C	x	masa de granos	0,15	0,07	2,22	2,14	1,3	x	x	x	Carbonizado
600°C	x	masa de granos	0,15	0,04	2,12	2	1,28	x	x	x	Carbonizado
700°C	5 /embrión	curvo	0,17	0,15	2,34	2,1	1,3	x	x	x	Carbonizado

Tabla 1: Valores obtenidos para atmósfera reductora

Atmósfera oxidante											
Temperatura	Número de individuos recuperados/Parte anatómica	Forma	Peso		Tamaño						Estado de preservación
			inicial	final	inicial			Final			
					D1	D2	E	D1	D2	E	
100°C	10/ grano	lenticular	0,16	0,16	2,3	2,066	1,266	2,146	2,193	1,2	No carbonizado
200°C	10/ grano	lenticular	0,18	0,17	2,25	2,1	1,15	2,38	2,3	1,1	No carbonizado
300°C	10/ grano	lenticular	0,19	0,19	2,166	2,266	1,2	2,26	2,186	1,23	Tostado
400°C	x	masa de granos	0,17	0,15	2,333	2,333	1,26	x	x	x	Carbonizado
500°C	x	masa de granos	0,16	0,15	2,2	2,1	1,2	x	x	x	Carbonizado
600°C	x	masa de granos	0,17	0,14	2,32	2	1,3	x	x	x	Carbonizado
700°C	2 /embrion	curvo	0,17	0,15	2,18	2,2	1,24	x	x	x	Carbonizado/ceniza

Tabla 2: Valores obtenidos para atmósfera oxidante

Para el primer tipo de atmósfera se observa que entre los 100°C y 300°C se recuperó el total de los granos empleados en el experimento mientras que entre los 400°C y 600°C no es posible diferenciar claramente a cada individuo ya que los mismos se transformaron en una masa de granos carbonizados, por último, a los 700°C solo se recuperaron 5 embriones de los 10 granos considerados inicialmente. La forma lenticular característica de la Quínoa se mantuvo solamente hasta los 300°C. Así, los estados de preservación registrados son: no carbonizados entre 100°C-200°C, tostado a los 300°C y carbonizado de 400°- 700°C (Fig. 2).



Figura 2: Granos con distintos grados de termoalteración. Atmósfera Reductora. A- granos expuestos a 100°C, B- granos expuestos a 200°C, C- granos expuestos a 300°C, D- granos expuestos a 400°C, E- granos expuestos a 500°C, F- granos expuestos a 600°C y G- granos expuestos a 700°C. A y B estado no carbonizado, C estado tostado, D a G estado carbonizado. Las barras equivalen a 1 mm

El peso y el tamaño de los granos también presentaron cambios. En cuanto al primero, a los 100°C y 200°C no hubo modificación del mismo, a los 300°C y 400°C el peso final se redujo levemente, a los 500°C y 600°C se redujo aproximadamente en un 60% mientras que a los 700°C el peso se redujo pero no significativamente ya que los restos carbonizados se encontraban pegados a las partículas minerales utilizadas para recrear la atmósfera reductora, por lo tanto, no se pudo realizar una correcta toma del peso de los embriones ya que la fragilidad de los mismos impidió la separación de los granos de arena.

Con respecto al tamaño de los granos estudiados podemos decir que a los 100°C el valor de D1 y E no presentó cambios mientras que el D2 aumento un 4%, a los 200°C la medición D1 se incrementó en un 11%, D2 y E en un 2%, a los 300°C D1 se incrementó en un 3%, D2 disminuyó en un 5% y E disminuyó en un 6%, entre los 400 C° y 700°C se presenta un cambio significativo ya que las muestras se carbonizaron totalmente por lo tanto no fue posible realizar las mediciones de tamaño luego de la exposición térmica (Fig. 3).

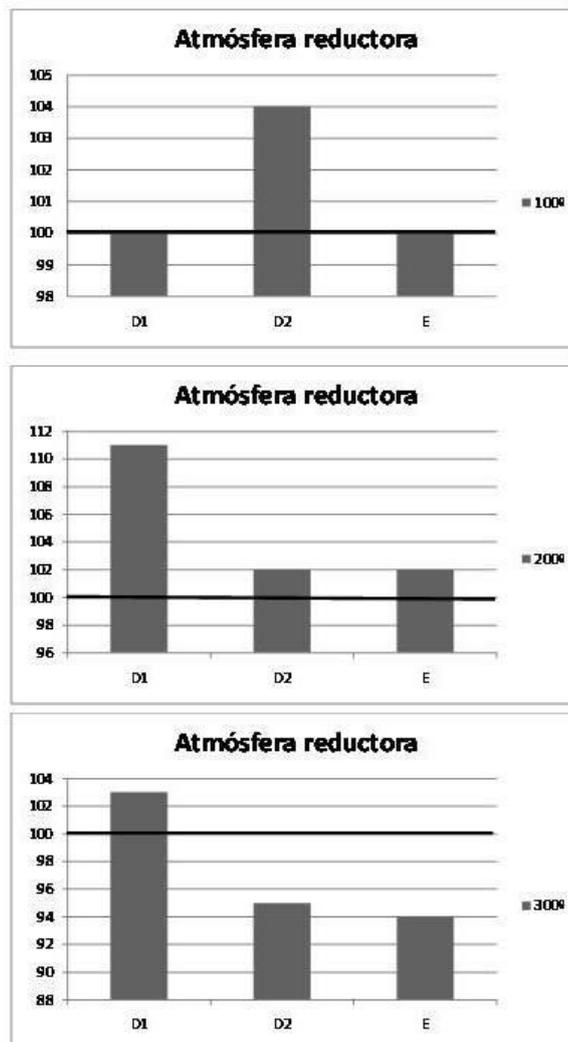


Figura 3: Valores promediados de D1, D2 y E obtenidos para la atmósfera reductora. En el eje vertical se indica el aumento, descenso o estabilidad de las medidas luego de la exposición térmica a 100°C, 200°C y 300°C

En relación a las muestras procesadas en atmósfera oxidante, entre los 100°C y 300°C se recuperó la totalidad de la muestra estudiada, entre 400°C y 600°C se registró una masa de granos y a los 700°C se recuperaron 2 embriones. En cuanto a la forma de los mismos, esta se mantuvo lenticular entre los 100°C y 300°C y a los 700°C se registra ceniza además de los restos carbonizados. El estado de preservación de estas muestras varía en: no carbonizado entre los 100°C y 200°C, tostado a los 300°C, carbonizado a los 400°C y 600° y carbonizado más ceniza a los 700°C (Fig. 4).

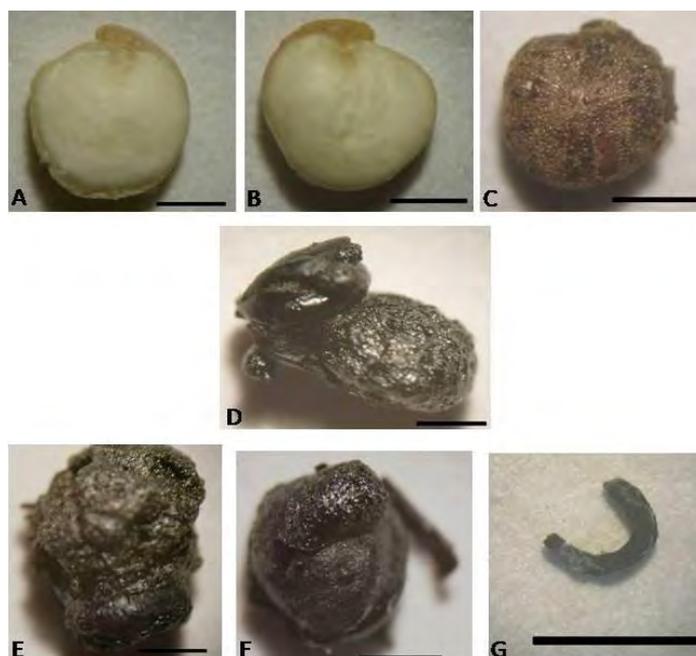


Figura 4: Granos con distintos grados de termoalteración. Atmósfera Oxidante. A-granos expuestos a 100°C, B- granos expuestos a 200°C, C- granos expuestos a 300°C, D- granos expuestos a 400°C, E- granos expuestos a 500°C, F- granos expuestos a 600°C y G- granos expuestos a 700°C. A y B estado no carbonizado, C estado tostado D a G estado carbonizado. Las barras equivalen a 1 mm en A-F y a 2 mm en G

En cuanto al peso, este se mantuvo sin cambios a los 100° y 300°C, se redujo a los 200° y entre los 400° a 700°C. Las dimensiones de las muestras indican que a los 100°C D1 disminuyó un 7%, D2 aumentó un 3% y E no se modificó, a los 200° D1 aumentó un 5%, D2 aumentó un 9% y E disminuyó un 5%. A los 300°C D1 aumentó un 4%, D2 disminuyó un 4% y el E aumentó un 2%. Entre los 400°C y 700°C la carbonización modificó las muestras impidiendo las mediciones (Fig. 5).

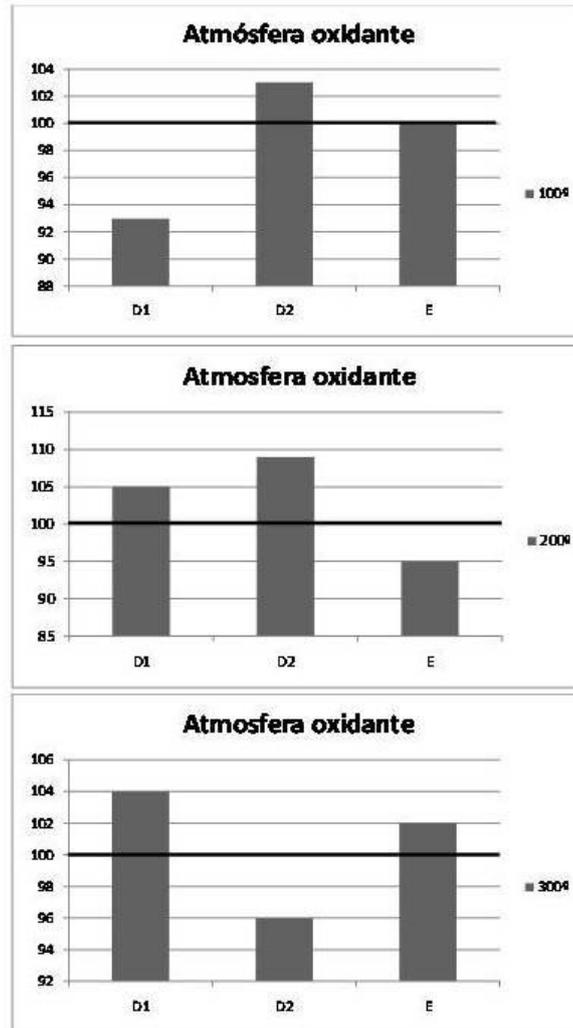


Figura 5: Valores promediado de D1, D2 y E obtenidos para la atmósfera oxidante. En el eje vertical se indica el aumento, descenso o estabilidad de las medidas luego de la exposición térmica a 100°C, 200°C y 300°C

Otras observaciones de tipo cualitativo para ambos tipos de atmósferas se relacionan con que entre los 100° y 200°C se observa un oscurecimiento del embrión el cual se torna de color marrón, a los 300°C los granos tostados muestran sectores donde el pericarpio es discontinuo (Fig. 4c), a los 400°C los granos reventaron quedando expuesto y carbonizado el perisperma (Fig. 4d) formado lo que se denominó anteriormente como masas de granos (Fig. 4e). Estos granos carbonizados han perdido su utilidad diagnóstica y la fragilidad de los mismos disminuye la probabilidad de recuperación en un contexto arqueológico, situación similar es la de los embriones recuperados a 700°C, los cuales, sin embargo, representan la única estructura anatómica que sobrevivió a la temperatura máxima estudiada.

En algunos granos de la muestra de 200°C de atmósfera oxidante, se observa que la cicatriz ventral de la unión del fruto con el receptáculo floral se dilató por el calor.

DISCUSIÓN

Las exposiciones térmicas llevadas a cabo en dos tipos de condiciones de atmósfera permitieron registrar cuatro estados de preservación de los granos de quínoa. El estado no carbonizado se logró a las temperaturas más bajas (100°C-200°C), a escala macroscópica, los granos de este estado no presentan diferencias de color y forma como tampoco de peso con respecto a los granos sin tratamiento térmico. Para este estado solo se registraron diferencias entre el tamaño inicial y final de los granos, pero sobre este punto y sus implicancias volveremos más adelante. En tanto que el estado tostado (300°C) se asignó a semillas de color marrón que se presentan muy similares a granos de ecotipos de Quínoa de color marrón-café descritas por ejemplo, en el *Catálogo de Quínoa Real* (2004). En cuanto a los estados *carbonizado* y *ceniza*, la acción de la temperatura cambió totalmente la apariencia de los granos. Estos resultados nos motivan a plantear que a valores menores de 300°C la falta de una colección de referencia experimental puede llevar al investigador a confundir semillas disecadas naturalmente con semillas termoalteradas por el contacto directo o cercano a fuentes de calor. En este sentido, las variaciones observadas con respecto al cambio del color del embrión podrían ser una forma cualitativa de diferenciar semillas termoalteradas de semillas disecadas. Por otra parte, autores como Piqué i Hurta (1999) y Badal *et al.* (2003) mencionan que la carbonización ayuda en la preservación de los restos vegetales, principalmente si el proceso se detiene en la deshidratación y torrefacción (tostado) ya que este último permite conservar la morfología de los frutos lo cual hace posible la asignación taxonómica. Coincidimos con lo propuesto por estos autores pero destacamos que es importante además, contar con diversas muestras de referencia del taxón en estudio, principalmente cuando existe variabilidad en el color de los granos tal como ocurre con la quínoa ya que como se mencionó anteriormente, la deshidratación y el tostado pueden ocasionar cambios muy sutiles entre el material de referencia y el termoalterado. Por otra parte, consideramos que la propiedad conservativa de la carbonización es relativa, por lo menos para el caso de la quínoa, ya que experimentalmente hemos registrado cambios totales en los ejemplares carbonizados, estos han perdido sus rasgos diagnósticos y han adquirido una fragilidad que impidió la manipulación de los mismos en laboratorio, por esto, la supervivencia y recuperación de restos carbonizados de quínoa, requeriría a nuestro entender, contextos particulares o discretos de hallazgo, como por ejemplo ofrendas, enterratorios o presentarse depositados en el interior de contenedores de uso doméstico.

En cuanto a los datos morfométricos generados, solo es posible hacer inferencias hasta los 300°C ya que a mayor temperatura la apariencia de los granos se modificó completamente. La forma lenticular se mantuvo hasta la temperatura antes mencionada pero las medidas promediadas (D1, D2 y E) dieron resultados variables. El espesor no muestra tendencias ni relaciones directas con respecto al incremento de temperatura cada 100°C, en cambio si se observan similitudes en el comportamiento de D2 (largo) para ambas atmósferas y en D1 (ancho) para la atmósfera oxidante y reductora a partir de los 200°C. Esta variabilidad en cuanto a los datos métricos obtenidos presenta similitudes con lo observado por López (2010) quien registró bajo condiciones de carbonización, cuatro situaciones diferentes: aumentos del diámetro y espesor de los granos, disminución del diámetro y del espesor, variación solo del espesor y aumento del diámetro con disminución del espesor de los granos. A diferencia de esta autora, que solo trabajó con el rango 350°C-400°C, nuestros ensayos nos permitieron hacer un seguimiento de las variaciones morfométricas de los granos cada 100°C por lo cual consideramos que la tendencia y modificaciones

experimentales observadas con respecto a las medidas D2 y D1 se relacionan con la estructura anatómica del grano de quínoa. Así, se reconoce que el pericarpio representa el tejido más externo del fruto, seguido hacia adentro por la testa, endosperma, embrión y perisperma (Gallardo *et al.* 1997). El embrión ocupa el 34% de la superficie de la semilla y rodea al perisperma que representa el 60% de la superficie del grano, entre ambas estructuras no existen conexiones ni contactos vasculares (Gallardo *et al.* 1997). Los resultados obtenidos muestran que a los 100°C no hay modificaciones significativas en las dimensiones de los granos, entre los 200° y 300° C la medida D1 se incrementa y esto podría relacionarse con lo propuesto por Cauna *et al.* (2010) quienes para el tostado de *Chenopodium palidicaulle* (Cañahua) mencionan un aumento del índice de expansión de la semilla entre los 130° y 160°C ya que el calor expande y destruye la estructura cristalina de los gránulos del almidón que al igual que en quínoa se depositan en el perisperma. Luego, a partir de los 400°C o a valores inferiores próximos, hemos observado que se produciría el desgarramiento de los tejidos del grano en sentido longitudinal siendo el perisperma expulsado del interior de los mismos. De acuerdo a lo observado en laboratorio, la apertura longitudinal de los aquenios estaría favorecida por la ausencia de tejidos que conectan embrión y perisperma.

Luego de los ensayos realizados coincidimos con Wright (2003) al cuestionar el uso de la morfometría como herramienta para diferenciar individuos silvestres de domesticados, principalmente para quínoa, cuyos granos pueden agruparse en tres tamaños (Tapia *et al.* 1979). Este dato, entonces, introduce una mayor variabilidad al momento de tratar de ubicar un resto arqueológico de este taxón en la categoría domesticado o silvestre. Registramos experimentalmente que las variaciones de las medidas D1, D2 y E pueden llevar a ubicar a los granos termoalterados a bajas temperaturas, dentro de rangos de tamaño que no corresponden a los que naturalmente deberían tener. Estas complicaciones derivadas del uso de las medidas de diámetro de grano fueron planteadas inicialmente por Smith (1984) y luego por Eisentraut (1997) quienes reconocen la imposibilidad de diferenciar a partir del diámetro de la semilla, a las especies domesticadas de *Chenopodium* para América, al tiempo que sugieren para tal fin, el empleo de otro rasgo denominado grosor de la testa. Investigaciones posteriores como las de Bruno (2005, 2006) dieron resultados positivos al utilizar ese rasgo en la diagnosis silvestre-domesticado.

En cuanto al tiempo de exposición térmica, estudios efectuados por otros investigadores han considerado diferentes tiempos, Braadbaart *et al.* (2007) emplearon 60 minutos en sus estudios, Wright (2003) 5 y 50 minutos, López (2010) 50 minutos mientras que Mangafa y Kotsakis (1996) detuvieron los ensayos cuando las semillas estuvieron totalmente carbonizadas. En nuestro caso de estudio, el tiempo considerado (5 minutos) se estableció para poder realizar un seguimiento de las modificaciones físicas que experimentarían los granos cada 100°C. Al mantener el tiempo estable, consideramos que la temperatura es un factor importante en la carbonización como también la anatomía del taxón considerado, así, los tejidos que integran el grano de quínoa son suaves y constituidos por pocas capas que pueden eliminarse fácilmente, según Prego *et al.* (1998), por ejemplo, el pericarpio y la testa están integrados cada uno de ellos por solo dos capas de células, mientras que las células que forman el perisperma son delgadas, todo esto contribuye a que estos granos sean poco resistentes al calor por lo cual una exposición a mayores tiempos y altas temperaturas llevará a la desintegración de los individuos. En este sentido, hemos observado que el embrión ha sido la única estructura recuperada a 700°C y 5 minutos de exposición.

En esta supervivencia podría intervenir la composición química de los mismos ya que las paredes de sus células están formadas por proteínas y lípidos.

CONCLUSIONES

La importancia de los trabajos experimentales reside en que permiten examinar supuestos arqueológicos y contribuir así, a la construcción de marcos de referencia acerca del comportamiento humano en el pasado (Ascher 1961, Coles 1979, Nami 1991). El objetivo planteado en esta investigación se abordó desde una perspectiva experimental y los resultados obtenidos se utilizaron para elaborar observaciones útiles para las investigaciones arqueológicas de los Andes meridionales, área geográfica donde pueden identificarse restos arqueológicos de *Chenopodium quinoa*.

Desde el punto de vista arqueológico, para nuestro país los contextos de hallazgo de quínoa reconocidos hasta el momento dan cuenta de restos no carbonizados (Babot *et al.* 2013, Rodríguez *et al.* 2006) y carbonizados de quínoa (Caló 2010), por lo cual los resultados obtenidos en este estudio pueden contribuir a aproximarnos a estimar los valores de temperatura a los que pudieron quedar expuestos los granos en un contexto sistémico.

Se concluye que en el proceso de carbonización son factores importantes el tamaño y anatomía del taxón estudiado y la temperatura y tiempo de exposición en tanto factores externos del proceso.

La experiencia realizada contribuye a percibir la importancia de generar colecciones de referencia experimentales en el marco de los estudios arqueobotánicos ya que estas permiten generar hipótesis de trabajo relacionadas a los factores naturales y sociales que ocasionaron las modificaciones externas que algunos restos vegetales pueden evidenciar.

A modo de cierre, consideramos que las muestras procesadas en este estudio experimental constituyen una colección de referencia realizada de manera sistemática que abre la necesidad de realizar a futuro, el análisis microscópico de estos granos procesados térmicamente.

Agradecimientos

Al Instituto de Arqueología y Museo de Universidad Nacional de Tucumán por facilitar el uso de los equipos de laboratorio y a la Cátedra de Bioarqueología de la U. N. T. por brindar el espacio físico de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, M. G. (2012): *Recursos vegetales: uso, consumo y producción en la Puna meridional argentina (5000-1500 AP)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, La Plata. Ms.
- ASCHER, R. (1961): "Experimental Archaeology". *American Anthropologist* 63 (4): 793-816.
- BABOT, M. P.; AGUIRRE, M. G. y HOCSMAN, S. (2013): "Aportes del sitio Punta de la Peña 9 (Puna de Catamarca) acerca del uso y producción prehispánica de Quinoa". En: *Libro de Resúmenes del Simposio Internacional Quinoa, Jujuy, Argentina*: 65-66. Talleres Gráficos de la UNJu.
- BADAL, E.; CARRIÓN, D.; RIVERA, D. y UZQUIANO, P. (2003): "La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo". En: R. BUXÓ y R. PIQUÉ. (eds.): *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas la gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el mediterráneo occidental*: 19-29. Museo d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- BRAADBAART, F.; WRIGHT, P. J.; VAN DER HORST, J. y BOON, J.J. (2007): "A laboratory simulation of the carbonization of sunflower achenes and seeds". *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 78: 316-327.
- BRUNO, M. (2005): "¿Domesticado o silvestre? resultados de la investigación de semillas de *Chenopodium Chiripa*, Bolivia (1500–100 A.C.)". *Textos Antropológicos* 15(2): 39-50.
- BRUNO, M. (2006): "A morphological approach to documenting the domestication of *Chenopodium* in the Andes". En M.A. ZEDER; D.G. BRADLEY; E. EMSHWILLER y B.D. SMITH (eds.): *Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms*: 32–45. Berkeley, University of California Press.
- BRUNO, M. y WHITEHEAD, W. (2003): "*Chenopodium* cultivation and formative period agriculture at Chiripa, Bolivia". *Latin American Antiquity* 14(3): 339-355.
- CALÓ, C. M. (2010): *Plantas útiles y prácticas cotidianas entre los aldeanos al sur de los Valles Calchaquíes (600aC-900 dC)*. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Ms.
- CAUNA, R.; LUNA MERCADO, G.; BRAVO PORTOCARRERO, R.; MAYTA HANCCO, J.; CHOQUE YUCRA, M. y IBÁÑEZ QUISPE, V. (2010): "Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua *Chenopodium pallidicaule* Aellen)". *CienciAgro* 2(1): 188-198.
- COLES, J. (1979): *Archaeology of experiment*. University of Cambridge.
- EISENTRAUT, P. (1997): "Lake Titicaca, studying *Chenopodium quinoa*. Evidence is found for an Andean domesticate". *Backdirt* 1997. Disponible en <http://www.sscnet.ucla.edu/ioa/backdirt/fall97/cheno.html> [Fecha de acceso 25 de noviembre de 2014]
- GALLARDO, M.; GONZÁLEZ, J. y PONESSA, G. (1997): "Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Wild. *Chenopodiaceae*". *Lilloa* 39 (1): 71-80.
- GAMBIER, M. (2002): "Las Quinas: un nuevo sitio de la Cultura de La Aguada en San Juan". *Estudios Atacameños* 24: 83-88.
- GUARINO, C. y SCIARRILLO, R. (2004): "Carbonized seeds in a protohistoric house: results of hearth and house experiments". *Vegetation History Archaeobotany* 13: 65-70.

- GUSTAFSSON, S. (2000): "Carbonized Cereal Grains and Weed Seeds in Prehistoric Houses: an Experimental Perspective". *Journal of Archaeological Science* 27: 65-70.
- HUNZIKER, A. (1943): "Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América". *Revista Argentina de Agronomía* 10 (4): 297-354.
- HUNZIKER, A. (1952): *Los pseudocereales de la agricultura indígena de América*. Acme Agency, Buenos Aires.
- MANGAFA, M. y KOTSAKIS, K. (1996): "A New Method for the Identification of Wild and Cultivated charred Grape Seeds". *Journal of Archaeological Science* 23: 409-418.
- MUJICA, A y JACOBSEN, S. E. (2006): "La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sus parientes silvestres". En: M. MORAES R., B. ØLLGAARD, L. P. KVIST, F. BORCHSENIUS y H. BALSLEV (eds.): *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz: 449-457.
- NAMI, H. G. (1991): "Algunas reflexiones teóricas sobre arqueología y experimentación". *Shincal* 3(1): 151-168.
- NIETO, C. y VIMOS, C. (1992): "La quínoa, cosecha y poscosecha. Algunas experiencias en Ecuador". *Boletín Divulgativo* 224: 1-35.
- PLANELLA, M. T.; COLLAO-ALVARADO, K.; NIEMEYER, H. M. y BELMAR, C. (2012): "Morfometría comparada de semillas de *Nicotiana (Solanaceae)* e identificación de semillas carbonizadas provenientes de un sitio arqueológico en Chile central". *Darwiniana* 50(2): 207-217.
- PREGO, I.; MALDONADO, S. y OTEGUI, M. (1998): "Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*". *Annals of Botany* 82: 481-488.
- PROINPA, Fundación (2004): *Catálogo de Quínoa Real*. Fundación Mc Knight-Fundación PROINPA- MACIA-SINARGEAA.
- RODRÍGUEZ, M. F.; RÚGOLO DE AGRASAR, Z. E. y ASCHERO, C. A. (2006): "El uso de las plantas y el espacio doméstico en la Puna meridional argentina a comienzos del Holoceno Tardío. Sitio arqueológico Punta de la Peña 4, capa 3x/y". *Chúngara* 38(2): 253-267.
- ROMO, S.; ROSERO, A.; FORERO, C. y CERON, E. (2006): "Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa w*) variedad piartal en los andes colombianos. Primera parte". *Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* 4(1): 112-125.
- SCARANO, E. R.; PUCCIARELLI, H. M.; CRIVOS, M. y PRATI, M. (1994): "Estado actual de la experimentación antropológica en Argentina". *Interciencia* 19(4): 191-195.
- SIEVERS, C. y WADLEY, L. (2008): "Going underground: experimental carbonization of fruiting structures under hearths". *Journal of Archaeological Science* 35 (2008) 2909-2917.
- SMITH, B.D. (1984): "*Chenopodium* as a Prehistoric Domesticated in Eastern North America: Evidence from Russell Cave, Alabama". *Science* 226:165-167.
- STIKIC, R.; GLAMOCLIIJA, D.; DEMIN, M.; VUCELIC-RADOVIC, B.; JOVANOVIC, Z.; MILOJKOVIC-OPSENICA, D.; JACOBSEN, S. E. y MILOVANOVIC, M. (2012): "Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa Willd.*) as an ingredient in bread formulations". *Journal of Cereal Science* 55: 132-138.

- TAGLE, B. y PLANELLA, M. T. (2002): *La Quínoa en la zona central de Chile. Supervivencia de una Tradición Prehispana*. Editorial IKU, Santiago, Chile.
- TAPIA, M.; GANDARILLAS, H.; ALANDIA, S.; ORTIZ, R.; OTAZU, V.; REA, J.; SALAS, B. y ZANABRIA, E. (1979): *La quínoa y la kañiwa*. Cultivos andinos. Editorial IICA. Bogotá.
- VALENCIA CHAMORRO, S. A. (2004): "Quinoa". En H. CORKE, C. WALKER y C. WRIGLEY (eds.): *Encyclopedia of Grain Science*: 4885-4892. Elsevier/CRC. Australia.
- WRIGHT, P. (2003): "Preservation or destruction of plant remains by carbonization?" *Journal of Archaeological Science* 30(5): 577-583.
-

Procesamiento post-cosecha y carbonización experimental de granos de *Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* cv. (chía roja). Acercamiento a datos actuales con inferencia arqueológica.

María Laura López¹ y Emily Seitz McClung Heumann²

Resumen.

El objetivo de este trabajo es generar información que asista al reconocimiento arqueobotánico de las actividades de procesamiento post-cosecha relacionado con el patrón de consumo de chía roja (*Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* cv. chía roja) in México Central. Mediante la experimentación se reprodujeron cuatro maneras diferentes de consumir granos pequeños y se procedió a su carbonización controlada en laboratorio. Los granos de chía roja respondieron diferencialmente a los procesamientos post-cosecha pre-consumo a los que fueron sometidos y la carbonización no modificó los rasgos expuestos. Aunque los aspectos cuantitativos (diámetro y grosor) no son rasgos diagnósticos para utilizar en la inferencia arqueobotánica, los aspectos cualitativos muestran diferencias entre procesamientos que pueden permitir la identificación de las prácticas pre-consumo en niveles arqueológicos.

Palabras clave: Chía roja. México. Procesamiento post-cosecha. Arqueología experimental

Abstract.

The aim of this paper is to generate information to assist in the archaeobotanical recognition of post-harvest processing activities related with consumption pattern of Red Chia (*Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* cv. chia roja) in the Central Mexico. Through experimentation are reproduced four different ways to consume small grains and then it is controlled laboratory carbonization. Red Chia grains responded differentially to post-harvest pre-consumption processing and the carbonization did not change the characteristics shown. Although quantitative aspects (diameter and thickness) are not diagnostic feature to use in archaeobotanical inference, quantitative aspects show differences among processes that may allow identifying these pre-consumption practices in archaeological levels.

Keywords: Red Chia, Mexico, Post-harvest processing, Experimental archaeology

¹ CONICET-División Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Av. 122 y 60, sin número, (1900), La Plata, Argentina. mllopezdepaoli@yahoo.com.ar

² Laboratorio de Paleobotánica y Paleoambiente. Instituto de Investigaciones Arqueológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, (04510), Delegación Coyoacán, Cd. México DF, México. mcclung@unam.mx.

INTRODUCCIÓN

Chenopodium berlandieri es un pseudocereal, cuyos granos son considerados uno de los alimentos más completos nutricionalmente, proveyendo una calidad alimenticia similar al pseudocereal andino *Chenopodium quinoa*. Al igual que la especie sudamericana, *C. berlandieri* está adaptada a suelos salinos, por lo que suele encontrarse en las regiones de los antiguos lagos salobres de la cuenca de México (Barrón-Yáñez *et al.* 2009; García-Andrade *et al.* 2013; De la Cruz *et al.* 2013).

El consumo de este quenopodio ha sido registrado en diversos sitios arqueológicos de México y Estados Unidos de Norteamérica, con dataciones que determinan su manipulación hacia el cuarto milenio Antes del Presente (AP) por grupos forrajeadores y de agricultura incipiente (Gremillion 1993; Smith 2006; Wilson 1981; Wilson y Heiser Jr. 1979; Ford 1981; Fuentes *et al.* 2009; Powell 2000; Riley *et al.* 1990; Smith 2006; Smith y Funk 1985). Principalmente, esta especie ha sido analizada con objetivos a determinar su proceso de domesticación, como así también se ha dado cuenta de su importancia como cultivo pre-maíz (Gordon 2006; Smith 1992). No obstante ello, no ha sido evaluado su procesamiento post-cosecha y/o pre-consumo con fines etnoarqueológicos etnobotánicos (*sensu* Lema 2009).

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de *Chenopodium berlandieri* y al reconocimiento de su procesamiento post-cosecha a nivel arqueológico. Tal como han demostrado numerosos trabajos etnoarqueológicos y experimentales (Capparelli *et al.* 2011; Hillman 1984; Hosoya 2011; Jones 1984; Stika 2011, entre otros), la evaluación de las etapas post-cosecha es una herramienta que ayuda a la posterior interpretación de los restos arqueobotánicos, permitiendo evaluar, entre otros, los modos de consumo y de almacenamiento de granos. Asimismo, la carbonización controlada en laboratorio (Braadbaart 2004; Dezendorf 2013; Märkle y Rösch 2008; Motuzaitė-Matuzevičiute *et al.* 2012; Smith y Jones 1990) ha remarcado su importancia para la interpretación del material arqueobotánico que se ha conservado de esta manera a través del tiempo.

Esperamos con este estudio poder acercarnos a la interpretación del consumo de *C. berlandieri* en el pasado, permitiendo distinguir algún tipo de procesamientos post-cosecha realizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Características generales de *C. berlandieri* ssp. *nuttalliae*

El género *Chenopodium* (Amaranthaceae) incluye 260 especies, de las cuales algunas son económicamente importantes como grano, vegetal o forraje (Rana *et al.* 2010). Si bien la mayoría es de carácter malezoide o free-living, existen especies domesticadas actualmente cultivadas. *Chenopodium berlandieri* es el principal quenopodio de América del Norte, cuya distribución geográfica se extiende desde Guatemala a Alaska (López 2006). En México, la subespecie domesticada es *C. berlandieri* ssp. *nuttalliae* (Saff.) Wilson & Heiser (Wilson 1981). Con tres cultivares (quelite cenizo, Huauzontle y chíá roja) su distribución es principalmente en las tierras altas de México Central, comprendiendo los Estados de Michoacán, Oaxaca, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz y Tamaulipas, aunque su producción está en disminución constante (Carrillo

Ocampo *et al.* 2010; Hunziker 1952; García-Andrade *et al.* 2013; Gordon 2006; López 2006; Simmonds 1965).

Chenopodium berlandieri ssp. *nutalliae* es una planta herbácea de porte erecto con un tallo prominente y anguloso, con estrías y sin axilas pigmentadas. El tallo presenta ramificación y sus ramas salen oblicuamente del tallo principal; el número de ramas primarias oscila entre 32 y 41. Las hojas tienen el borde dentado generalmente de 3 a 12 dientes. Las panojas o inflorescencias son de forma amarantiforme y de panoja compacta (García-Andrade *et al.* 2013).

Un trabajo reciente sobre las características morfológicas de esta subespecie (Carrillo *et al.* 2011), ha reportado leves diferencias entre los tres cultivares que la integran. Si bien los autores mencionan que la forma general del fruto, el diámetro, el grosor, el peso y la características de la superficie del pericarpio no son rasgos diagnósticos para separar entre cultivares, si lo son la forma y el color de la semilla. Por ello consideramos importante describir cada tipo de quenopodio por separado.

El quelite cenizo presenta un diámetro medio de 1,8 mm y espesor medio de 0,8 mm, con márgenes redondeados. La superficie del pericarpio es alveolada-papilosa, con células alargadas radialmente alrededor de las cicatrices estigmáticas y del pedicelo floral, y color blanquecino transparente. El episperma o testa es color castaño muy oscuro y muy brillante, y presenta una superficie fuertemente alveolada.

El huauzontle posee un diámetro medio de 1,7 mm y espesor medio de 0,9 mm. Sus márgenes son truncados. La superficie del pericarpio es alveolada-papilosa con numerosas células notoriamente alargadas en sentido radial alrededor de las cicatrices estigmáticas y del pedicelo floral, y de color castaño a rojizo. El episperma es finamente reticulada-alveolar, y de color pajizo o crema.

Con referencia a chíá roja, ésta presenta un diámetro medio de 2,5 mm y un espesor medio de 1 mm. Sus márgenes son truncadas. El pericarpio se caracteriza por una superficie alveolada con pocas células alargadas en sentido radial cerca y alrededor de las cicatrices estigmáticas y del pedicelo floral. La superficie de la testa presenta pequeñas verrugas y alveolos intercalados, y su color es rojizo.

Procesamientos experimentales post-cosecha

El consumo actual de esta especie domesticada mexicana puede ser dividido en tres modos, dependiendo de la etapa de desarrollo de la planta. En primer lugar encontramos al quelite (denominado quelite cenizo), del cual se consumen las hojas tiernas en las primeras etapas de crecimiento; este cultivar crece a modo de maleza o arvense entre los cultivos, siendo tolerado y fomentado en las parcelas. En segundo lugar existe el huauzontle, del cual se consumen sus inflorescencias; de este cultivar, las semillas están aún inmaduras. Finalmente, el consumo del grano (chía roja); cultivada intencionalmente en la milpa, sus frutos son cosechados y empleados a modo de pseudocereal. La producción y el consumo tradicional de los granos de chíá roja o colorada se efectúa actualmente en el Estado de Michoacán. Si bien se restringe el consumo de los granos de este quenopodio a los ejidos de Opopeo y Santa María Huiramangaro (Michoacán), parece haber constituido parte

importante en la dieta pretérita de la población Tarasca (actuales Purépechas) (López Monroy 2006).

Este trabajo se centra en los granos ya maduros de esta subespecie domesticada. Ejemplares de chíá roja fueron otorgadas por la Dra. Mapes Sánchez del Jardín Botánico (UNAM). Si bien actualmente solo se registra la molienda de los granos para preparar tortillas y “chapatas” (tamales dulces en base a chíá roja y maíz) (García-Andrade *et al.* 2013; Gordon 2006), hemos decidido reproducir otros métodos de procesamiento post-cosecha pre-consumo, similar a las empleadas para otras semillas pequeñas, especialmente *Chenopodium quinoa* (pseudocereal andino con gran semejanza en morfología y calidad nutritiva) (Bruno 2008; López 2012). De esta manera pretendemos obtener rasgos diagnósticos que permitan indagar sobre otras formas de procesar los granos de chíá roja que pudieron existir en el pasado.

Se reprodujeron 4 procesamientos para consumir granos: 1.- remojado en agua durante 24 h; 2.- tostado en sartén sobre fuego lento sin lavado previo de los granos; 3.- tostado en sartén a fuego lento con lavado y frotado previo de los granos y 4.- hervido durante 15 minutos. Si bien algunos pueden requerir un doble procesamiento para su consumo (ej. remojado y hervido), solo reprodujimos una sola etapa a modo de análisis incipiente y considerando la posibilidad del descarte accidental de restos a medida que se van procesando los granos. Una vez finalizadas los distintos procesamientos se obtuvieron los rasgos cuali y cuantitativos de 100 granos. Se adicionan las características de aquellos provenientes del almacenamiento a granel a modo de registrar las medidas sin la manipulación del hombre pre-consumo.

Paso siguiente, se procedió a la carbonización experimental. La carbonización de las muestras de almacenamiento a granel y de los distintos procesamientos se realizó en horno-mufla a 350° C por 1 hora. Las muestras fueron expuestas a condiciones reductoras, cubiertas con papel aluminio. Se distribuyeron los 100 granos en grupos de 20. Se dispusieron dentro de la mufla fría y se programó la temperatura. Se retiraron pasadas las 24 h, cuando ya estaban frías. Se realizaron 3 réplicas en iguales condiciones para evaluar las características registradas.

RESULTADOS

Procesamientos post-cosecha pre-consumo

1-Granos almacenados a granel:

Del total de los granos analizados (N=100), se registra que el 98% están enteros, mientras que el 2% están quebrados tras el procesamiento de trilla. De los granos enteros, el 97% se observan bien desarrollados, logrando el diámetro y espesor promedio para esta subespecie, mientras que el 3% restante, son pequeños y chatos, posiblemente inmaduros. El 1% del total inicial de granos almacenados posee cáliz fructífero.

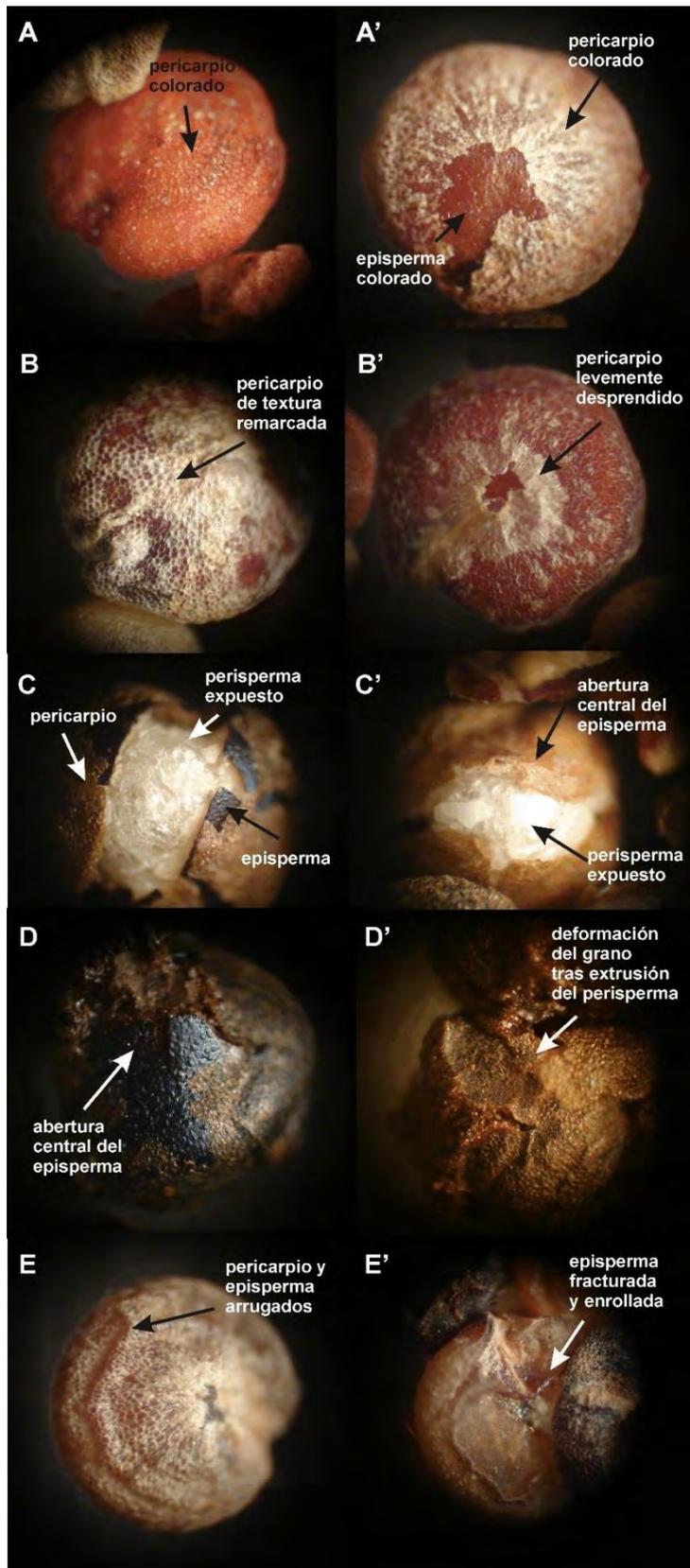


Figura 1. Rasgos en chíya roja sin carbonizar. A-A' Granos en estado de almacenamiento a granel. B-B' Granos remojados 12 horas y posterior secado. C-C' Granos tostados sin lavado previo. D-D' Granos tostados con lavado previo. E-E' Granos hervidos.

De los granos maduros sin cáliz fructífero, el 33% se corresponde con granos de pericarpio rojo o colorado y episperma transparente o translúcido, y el 67% restante son granos con pericarpio blanco, de los cuales el 98% posee episperma rojo y el 2% episperma negro (Fig. 1: A-A').

Las medidas obtenidas son de un diámetro medio de 1,67 mm y un espesor medio de 0,98 mm (Tabla 1).

Medidas (mm)	Procesamiento post-cosecha de granos									
	Almacenamiento a granel		Remojo de 12hs		Tostado sin lavado		Tostado con lavado		Hervido 15min	
	Diám.	Esp.	Diám.	Esp.	Diám.	Esp.	Diám.	Esp.	Diám.	Esp.
Media	1,65	0,96	1,64	0,94	1,66	1,27	1,83	1,63	1,53	0,77
Mínimo	1,40	0,75	1,30	0,60	1,25	0,70	1,20	0,90	1,15	0,45
Máximo	1,95	1,15	1,90	1,15	2,25	1,90	2,40	2,30	1,90	1,20
Desv. Standard	0,10	0,10	0,13	0,12	0,22	0,30	0,24	0,27	0,15	0,18

Tabla 1. Medidas diametrales y de espesor de los granos de chíca roja en los distintos procesamientos post-cosecha. Diám.=Diámetro; Esp.=Espesor.

2-Granos remojados 12 horas y posterior secado:

Los granos con pericarpio rojo o colorado quedaron blanco-transparentes tras la hidratación y la característica reticulada-alveolar del mismo es levemente observada. Los granos con pericarpio blanco continúan con este color pero se observa como un tejido más denso y bien marcada la textura del mismo (Fig. 1 B).

Luego del secado de los granos, éstos se han deshidratado, observándose el plegamiento del pericarpio y testa juntos. Los pericarpios blancos se observan desprendidos en algunos sectores del grano (Fig. 1 B'), mientras que los de pericarpio rojo (ahora transparente) se notaron con mayor adherencia a la testa. Con relación a las medidas de diámetro y espesor base (presentes en los granos almacenados granel) se observa que hay una disminución del 5% del tamaño del grano tras este procesamiento (Tabla 1).

3-Granos tostados en sartén sin lavado previo:

El tostado se hizo en sartén sobre fuego directo. El procesamiento no duró más de un minuto. Se dejó sobre fuego hasta que se observara que los granos no extruían el perisperma y adquirieran color café. Se observa el desprendimiento de testas y de pericarpio durante este procesamiento.

El 10% de los granos no posee testa. Del grupos restante (90%), se observan dos características adquiridas: A.- Granos en florcita o pop (43% del total), en los cuales hay abertura del pericarpio y episperma con exposición del perisperma (Fig. 1 C). B.- Granos que mantienen su morfología inicial pero con incitación a la exposición del perisperma (57%); no siempre hay rotura del perisperma y testa. Del segundo grupo, el 17% de los granos no presenta abertura ni exposición del perisperma, mientras que el 83% restante

presenta una leve abertura en su testa incitando a la exposición del tejido reservante. El mismo puede ser mediante abertura lateral (36%) o con abertura central (64%) (Fig. 1 C').

En relación al aspecto cuantitativo, observamos un aumento del 4% en su diámetro y del 39% en su espesor (Tabla 1).

4-Granos tostados en sartén con lavado previo:

Se comenzó con el lavado de los granos, sumergiéndolos en agua limpia y moviendo los granos a modo de lavado (similar al lavado de otros granos, como quínoa, arroz, lentejas, etc.). Se observa que los pericarpios se destiñeron. Se tostaron en sartén directamente sobre fuego. Al tocar los granos la sartén, éstos parecieron como hervir y se unieron. Al avanzar el tostado, se separaron permitiendo nuevamente la extrusión del perisperma, pero luego algunos se volvieron a unir quedando pegados por el mismo. El tostado siguió hasta que los granos no se saltaron más y obtuvieron color café. El procesamiento no duró más de un minuto. Se observa el desprendimiento de testas y pericarpios, tanto fragmentos como hemisferios enteros.

El 9% de los granos hay escasa o nula presencia de la testa. En el porcentaje restante (91%) de los granos se registra el quiebre del pericarpio y del episperma para exposición del perisperma (Fig. 1 D). El 100% de los granos tostados presenta deformación su morfología (Fig. 1 D').

En cuanto a las medidas, observamos un aumento del 15% en el diámetro y del 84% en su espesor (Tabla 1).

5-Granos hervidos por 15 minutos:

Se cocinaron los granos de chíá roja por medio del hervido durante 15 minutos, al mismo estilo del arroz y de la quínoa. Durante el hervido se observó que todos los granos se destiñeron, dejando el agua rojiza.

Del total de los granos, se observa que todos (100%) mantienen su pericarpio y testa, sin pérdida de estos tejidos. En general, se observan arrugados al estilo de pasas de uva (Fig. 1 E), algunos tienen testa rota y la misma se presenta enrollada. Cuando se observa el perisperma, se ve gelatinizado.

El 95% de los granos presenta la testa y el pericarpio arrugados, con hundimiento central, destacándose el 5% con testa fracturada y enrollada (Fig. 1 E'). El 5% de los granos restantes presenta arrugas muy leves (casi imperceptibles) o sin arrugas.

Los cambios métricos observados en los granos tras este procesamiento son mínimos, con un aumento del 0,6% del diámetro y una disminución del 3% en su espesor (Tabla 1).

Carbonización experimental

1-Granos almacenados a granel:

Los granos se abrieron permitiendo la expansión y extrusión del perisperma. Se observa que uno de los hemisferios permanece intacto mientras que el otro es el que se abre a modo de ostra (se hace la distinción porque el hemisferio intacto es el que mantiene el cotiledón). Hay rotura del pericarpio y testa para exponer el perisperma. El pericarpio se mantiene tras la carbonización y adherido a la testa. Hay exposición del perisperma esponjoso brillante y un tanto de aspecto estrellado, con adherencia de algunos granos, los cuales pueden ser medidos porque conservan su diámetro. Del total de los granos carbonizados (N=100), han sobrevivido 65 con posibilidades de ser analizados. De éstos se observan: A.- granos con abertura lateral o central sin deformidad del diámetro (83%) (Fig. 2 A); B.- granos con abertura lateral y deformación del diámetro por abertura entre embrión y radícula (9%); C.- granos con abertura central y exposición del perisperma en ambos hemisferios (3%) (Fig. 2 A'); D.- granos que solo conservan el embrión anular y la testa de uno de los hemisferios, adheridos al perisperma expuesto (5%).

2-Granos remojados 12 horas y posterior secado:

Del total de granos carbonizados bajo este procesamiento pre-consumo (N=100), sobrevivieron el 100%. Los granos se presentan con abertura de la testa y pericarpio pero sin extrusión del perisperma (Fig. 2 B). En muchos casos se observa la testa fracturada y con leves plegamientos sin ser enrollamiento (Fig. 2 B').

3-Granos tostados en sartén sin lavado previo:

Tras la carbonización se recuperó el 67% de los granos (del total de N=100). Se observa masa perispermática de aspecto esponjoso y brillante. Se recuperaron testas sueltas, tanto fragmentos como enteras (un hemisferio del grano). De los granos sobrevivientes analizados, pueden dividirse en tres grupos: A.- Granos con exposición leve del perisperma esponjoso, tanto central como lateral. El pericarpio y la testa están fracturados para la expansión del perisperma pero se mantienen adheridos. Mantienen su morfología (Fig. 2 C); B.- Granos con exposición del perisperma de ambos hemisferios, con rotura de testa para la extrusión del tejido reservante. No hay modificación del diámetro (Fig. 2 C'); y C.- Granos con deformación total del diámetro y del espesor, exposición del perisperma esponjoso tras fractura total del pericarpio y testa, que se mantienen adheridos.

4-Granos tostados en sartén con lavado previo:

Se observa destrucción de la morfología de la mayoría granos tras la carbonización, sobreviviendo el 39% del total carbonizado (N=100). Hay exposición solo del perisperma de aspecto esponjoso y brillante con testas y embriones anulares unidos a la masa perispermática (Fig. 2 D). Asimismo, se observan testas sueltas, algunos con rastros de pericarpio adherido. Se observan granos sin testa, revelando una superficie de aspecto porosa. Los granos que quedaron morfológicamente visibles, exponen el perisperma lateralmente, revelando la abertura de la testa.

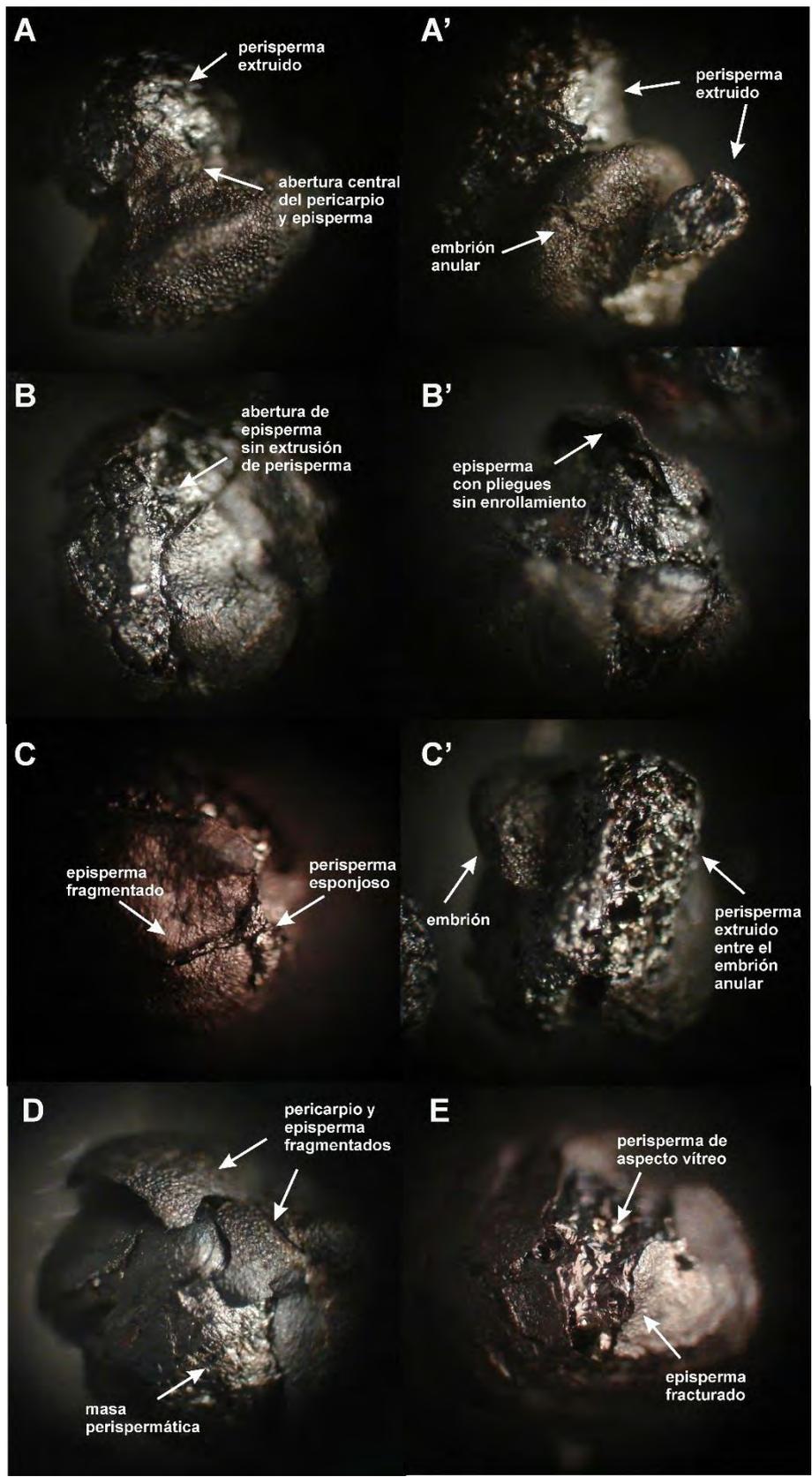


Figura 2. Rasgos en chíya roja carbonizada. A-A' Granos en estado de almacenamiento a granel. B-B' Granos remojados 12 horas y posterior secado. C-C' Granos tostados sin lavado previo. D Granos tostados con lavado previo. E Granos hervidos.

5-Granos hervidos por 15 minutos:

El total de granos (N=100) sobrevivieron a la carbonización. Estos quedaron intactos en morfología, con poca o nula extrusión del perisperma. En aquellos granos donde se incita la expansión del tejido perispermático, es solo un proceso interno. La testa está quebrada junto al pericarpio adherido, la cual se desprende del grano a modo de láminas. El perisperma se observa brillante y de fractura vítrea, posiblemente por su gelatinización por el hervido previo (Fig. 2 E).

Réplicas de carbonización experimental

Tras las características detalladas, que luego serán evaluadas con el objetivo de determinar si existen diferencias entre procesamientos pre-consumo (ver Discusión), se realizaron 3 réplicas de la carbonización. Las mismas se llevaron a cabo con grupos de 20 granos por cada procesamiento post-cosecha a iguales condiciones ya descritas. El objetivo es evaluar las modificaciones en diámetro y espesor tras la carbonización, a la vez de confirmar las características cualitativas ya detalladas.

Los resultados obtenidos remarcan los rasgos cualitativos descritos. A su vez, observamos que la posición de los granos dentro de la mufla es la que determinó la destrucción o no de cada ejemplar. Estas muestras de réplica estuvieron sobre el piso de la mufla y sobrevivieron el 100% tras la carbonización, diferente a la carbonización inicial donde hay muestras que sobrevivió solo un porcentaje, posiblemente debido a que recibieron el calor de forma diferente por encontrarse elevadas del piso de la mufla.

Los rasgos cuantitativos de la carbonización se muestran en la Tabla 2. Observamos que no hay claras diferencias entre las medidas de diámetro y espesor de los procesamientos post-cosecha. Así como también hay respuestas disímiles entre réplicas de un mismo procesamiento que no permiten determinar de manera concreta los cambios morfológicos tras los efectos de la carbonización. Hay reducciones y aumentos en distintos porcentajes. No hay un patrón diagnóstico de carácter cuantitativo.

Réplicas de carboniz.	Almacenamiento a granel				Remojo 12hs				Tostado sin lavar				Tostado con lavado				Hervido 15 min			
	M.S.		M.C.		M.S.		M.C.		M.S.		M.C.		M.S.		M.C.		M.S.		M.C.	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
1°	1,69	0,99	1,84 (+8,87)	1,69 (+60,61)	1,60	0,96	1,59 (-0,62)	1,43 (+48,63)	1,84	1,60	1,90 (+3,26)	1,70 (+6,25)	1,90	1,77	1,78 (-6,32)	1,61 (-9,04)	1,	1,01	1,70 (-0,58)	1,51 (+49,50)
2°	1,65	1,01	1,66 (+0,60)	1,47 (+45,54)	1,57	0,91	1,54 (-1,91)	1,36 (+49,45)	1,73	1,31	1,68 (+24,43)	1,63 (+24,43)	1,89	1,80	1,67 (-11,64)	1,56 (-13,33)	1,	0,92	1,57 (-3,08)	1,27 (+38,04)
3°	1,66	0,95	1,68 (+1,20)	1,42 (+48,45)	1,63	0,94	1,51 (-0,07)	1,35 (+43,62)	1,64	1,18	1,63 (-0,61)	1,31 (+11,02)	1,97	1,82	1,73 (-12,18)	1,54 (-15,38)	1,	0,94	1,71 (+0,59)	1,37 (+45,74)

Tabla 2. Medidas de los granos de chía roja tras la carbonización de las muestras en sus distintos procesamientos post-cosecha. Datos de diámetro medio y espesor medio con porcentajes de aumento o disminución en sus medidas al carbonizarse. M.S.=Material Seco; M.C.=Material Carbonizado; D=Diámetro; E=Espesor.

DISCUSIÓN

Las experimentaciones realizadas, tanto con los distintos procesamientos post-cosecha pre-consumo y sus carbonizaciones posteriores, han dado cuenta de rasgos diagnósticos que pueden ser observados en el material arqueobotánico. La importancia de evaluar los procesamientos post-cosecha de las plantas para la interpretación arqueológica del consumo rutinario y excepcional de alimentos ya ha sido explícito en varios trabajos (ver Capparelli *et al.* 2011; Hillman 1973, 1981, 1984; Jones 1984, 1987). Asimismo, los estudios experimentales y etnoarqueológicos de los efectos del procesamiento post-cosecha de una especie alimenticia en particular han permitido avanzar en el reconocimiento de prácticas tradicionales en el material arqueobotánico (Capparelli 2008; Capparelli y Lema 2011; Marinova *et al.* 2011; Valamoti 2011). No obstante ello, como mencionamos anteriormente, la réplica de procesamientos comunes a granos pequeños para su consumo son de utilidad para avanzar sobre el material arqueológico, aun cuando el registro actual de manipulación de estos granos difiere. Es el caso de nuestro material de estudio, *C. berlandieri* ssp. *nuttalliae*, cuyas evidencias etnobotánicas demuestran una constante pérdida de utilización alimenticia de este quenopodio por parte de las poblaciones nativas.

Los rasgos morfológicos registrados en cada procesamiento post-cosecha pre-consumo han demostrado ser diagnósticos. El almacenamiento a granel presenta los rasgos de limpieza de la trilla final, ya que hay un porcentaje muy bajo de presencia de cáliz fructífero en la muestra y sin otras estructuras pequeñas que indiquen falta de limpieza (ej. Tallitos de la infructescencia y hojas pequeñas), además de corresponder principalmente a granos maduros. La cosecha y trilla de chíá roja (*C. Mapes* com. pers.) es similar a la realizada con quínoa (López y Capparelli 2010), no obstante ello, observamos que los granos inmaduros, aun en un bajo porcentaje, persisten luego de la trilla. La presencia de granos quebrados puede deberse al efecto del golpeado de la panoja para el desgranado, también diferente a la quínoa. Consideramos que al no realizarse el venteado final, quedan en la muestra almacenada aquellos granos que no son deseados por los productores del quenopodio andino. Este caso refleja una limpieza poco minuciosa, donde si bien se eliminan semillas de malezas y otras partículas no deseadas a lo largo de la trilla (Stevens 2003), hay restos que persisten y deben considerarse si se trabajará con *C. berlandieri* ssp. *nuttalliae* a nivel arqueológico, ya que las asociaciones de macrorrestos pueden confundir al momento de interpretar el estado de limpieza de dicho pseudocereal.

Se observa un cambio morfo-métrico en los granos luego de su hidratación por 24 horas y posterior secado. No solo las características del pericarpio cambian (decoloración y plegamiento de pericarpio y testa) sino también la disminución de su diámetro y espesor, que aun siendo del 5% determina una medida media diferente al grano almacenado. Es importante este registro para no considerar que a nivel arqueológico una semilla más pequeña que la actual pueda corresponder a semillas en otro estado de domesticación o ancestro al quenopodio actual. Este tema ha sido abordado por Motuzaitė-Matuzevičiute *et al.* (2012) quienes demostraron con la especie *Panicum miliaceum* las diferentes medidas de los granos durante el desarrollo del mismo y su posterior carbonización. Ellos dieron cuenta de medidas diferentes y que perfectamente pueden ser representados arqueológicamente. En nuestro caso, observamos que dependiendo del procesamiento post-cosecha pre-consumo

(principalmente la hidratación y secado) efectuado pueden surgir medidas más pequeñas a las establecidas en el grano domesticado actual, aún sin considerar aquellos inmaduros o de pequeño tamaño por su posición en la panoja.

Los granos procesados por tostado han respondido al calor no solo exponiendo el perisperma (granos en florcita o pop) como sucede con otros granos almidonosos (maíz reventón o pisingallo) sino también desprendiendo la testa del resto de la semilla. Es importante remarcar que reaccionó diferente a la quínoa domesticada cuando es tostada para su desaponificación (López *et al.* 2011), donde los granos solo desprenden el pericarpio sin extruir perisperma, pero similar a su contraparte malezoide (*C. quinoa* var. *melanospermum* —ajara o quínoa negra) (Capparelli *et al.* 2013). El tostado se realizó de igual manera que la quínoa pero se alcanzó un color amarronado más elevado. No obstante ello, los granos empezaron a reventar desde el momento que tocaron el sartén. Consideramos que esta reacción diferente de ambos quenopodios se debe a las propias características de los mismos, principalmente del grosor de su testa —chía roja entre 2-20 μm y quínoa de 1,25-3,75 μm (Bruno y Whitehead 2003)—, aunque se hubiese esperado una reacción a la inversa (testa gruesa sin romperse y extruir perisperma, testa fina más probable de romperse y extruir perisperma). Sin embargo, es probable que la causa del desprendimiento de testa en fragmentos o entera se deba al grosor que presentan sin una fácil rotura de las células que lo componen. La reacción obtenida con la ajara —cuya testa mide entre 22 y 51 μm (Bruno y Whitehead 2003) — es similar al chíá roja, desprendiendo las testas enteras ante el contacto con el fuego de sartén.

Observamos que en ambos modos de tostado (con y sin lavado previo de los granos), si bien las características cualitativas son iguales, los cambios en las medidas diametrales y de espesor son diferentes. En ambos hay aumento de las medidas pero a diferentes porcentajes. Aquellos que fueron lavados previamente aumentaron más del doble en porcentaje que aquellos que no habían sido lavados. Posiblemente una leve y rápida hidratación de los tejidos provocó una fácil expansión de los mismos, pero este es un aspecto que debe indagarse con mayor profundidad para obtener un dato concreto posible de evaluar o no en el material arqueobotánico.

En relación a los granos hervidos, éstos evidencian en primer lugar la gelatinización del almidón del perisperma. Sin embargo, es interesante observar la diferencia presente en los granos de Chíá roja con respecto a la quínoa. Mientras este último quenopodio se deshace por el hervido, evidenciando principalmente una masa amorfa de perisperma gelatinizado (López *et al.* 2012), la chíá roja se mantuvo intacta en morfología. El perisperma gelatinizado se observa en aquellos granos que presentan la abertura de la testa, pero cada grano puede ser individualizado. Si bien no hay cambios significativos en sus medidas diametrales y de espesor ni deformaciones morfológicas como puede suceder con otros granos como la quínoa, sus rasgos diagnósticos (perisperma gelatinizado y testa arrugada) permiten fácilmente identificar este procesamiento en granos secos. La gelatinización del almidón es una característica común cuando los granos de almidón entran en contacto con agua a más de 60° C. Ésta es registrada en material actual y distinguible a nivel arqueológico (Babot 2007; Hillman 1984; López *et al.* 2011; Valamoti 2002). Nuestro caso no es la excepción, y dadas las características en el material actual que presentamos consideramos que posee visibilidad arqueológica al momento de analizar el material arqueobotánico bajo los parámetros de procesamiento post-cosecha pre-consumo.

Con referencia a la carbonización de granos después de cada procesamiento, se presentan rasgos que por sí solos pueden o no ser considerados diagnósticos. Trabajos realizados sobre otras especies vegetales de origen europeo (Hillman 1984; Valamoti 2002), han dado cuenta de la identificación del procesamiento por hervido tras la presencia de superficies suaves y brillosas en el material carbonizado, tal como se observa en chíá roja tras el hervido de granos por 15 minutos. Asimismo, la nula extrusión del perisperma y la ausencia de fragmentación de la testa y pericarpio en granos hervidos, con la ausencia de deformación morfológica del grano, ayuda a la identificación de este procesamiento en el quenopodio mexicano.

El resto de los procesamientos post-cosecha no presentan rasgos diagnósticos más allá de los expuestos tras los procesamientos pre-consumo y que se conservan luego de la carbonización. Un caso llamativo es la pérdida de testa. Los granos tostados demuestran que la testa se desprende durante el procesamiento, y la carbonización de todas las muestras evidencia que la testa persiste aun quebrándose para extruir el perisperma. Esto conduce a sostener que al momento del análisis arqueobotánico de chíá roja, la presencia conjunta de granos sin testa y testas sueltas carbonizadas puede ser indicio del tostado de los granos para su consumo. Por su parte, la extrusión del perisperma esponjoso es una cualidad casi constante (a excepción de los granos hervidos) al igual que las modificaciones métricas de los granos.

Las medidas diametrales y de espesor han demostrado no ser diagnósticas. Esto se debe a las modificaciones en diferentes grados de los granos en los mismos procesamientos durante las réplicas realizadas. Si bien se observan que algunos procesamientos se diferencian por aumentos o reducciones en el diámetro medio y en el espesor medio, no podemos asegurar la reacción de los granos tras la carbonización.

Un caso a destacar es la respuesta diferencial entre los granos tostados con y sin lavado previo, tanto en el diámetro como en el espesor. Aquellos con lavado previo reflejan una disminución en su diámetro a más del doble del porcentaje observado en los granos sin lavado. Esta respuesta puede ser similar a la observada por Stika (2011) en los granos de malta, quien demostró que los granos húmedos aumentaron en tamaño a más del doble de sus medidas originales. Sin embargo, si recabamos en el espesor adquirido por la chíá roja, observamos dos respuestas diferenciales: 1.- los granos sin lavado previo aumentaron su espesor, y 2.- los granos con lavado previo redujeron su espesor; en ambos casos los porcentajes de aumento y reducción son similares.

CONCLUSION

En el presente trabajo hemos demostrado que los granos de *Chenopodium berlandieri* ssp. *nutalliae* cv. Chíá roja, responde diferencialmente a los procesamientos post-cosecha pre-consumo a los que fueron sometidos. Si bien los rasgos métricos (diámetro y espesor) no poseen diferencias tales para ser diagnósticos al momento de utilizarlos como muestras de referencia, si lo son los rasgos cualitativos de los mismos. Con ellos, las distintas prácticas pre-consumo reflejan características que pueden ser inferidas a nivel arqueológico.

Asimismo, la carbonización de los granos presenta rasgos que no son diferenciables de cada procesamiento, a excepción del hervido, ya que la gelatinización de los gránulos de almidón genera cualidades únicas. Es interesante a su vez observar que la supervivencia diferencial de los granos está más relacionada con la menor o mayor exposición al calor que con el procesamiento pre-consumo al que fue sometido. Esto nos da pautas interesantes al momento de recuperar los macrorrestos en los sitios arqueológicos, ya que no nos enfrentaríamos al sesgo de prácticas causado por falta de visualización de material arqueobotánico.

Consideramos que este trabajo es un punto inicial al análisis post-cosecha de este quenopodio mexicano. Debemos realizar más experimentaciones enfocadas en los otros dos cultivares, también comestibles en el actualidad como en el pasado. Son trabajos futuros que ayudaran a comprender el consumo de este pequeño pseudocereal por las sociedades pretéritas.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la beca otorgada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) en el Programa de Financiación Parcial para Estadías en el Exterior para becarios post-doctorales. Agradecemos a la Dra. C. Mapes Sánchez por brindar material de referencia e información etnobotánica sobre las prácticas post-cosecha de chíá roja.

BIBLIOGRAFÍA

- BABOT, M. del P. (2007): "Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas a partir de casos del noroeste argentino". En B. MARCONETTO, P. BABOT y N. OLISZEWSKI, (comps.): *Paleobotánica del Cono Sur: estudios de caso y propuestas metodológicas*. Ferreyra ediciones, Córdoba: 95-125.
- BARRÓN-YÁNEZ, M.R.; VILLANUEVA, C.; GARCÍA, M.R. y COLINAS, M.T. (2009): "Valor nutritivo y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *Hypochondriacus* L.)". *Revista Chapingo, Serie horticultura*, 15(3):237-243. México.
- BRAADBAART, F. (2004): *Carbonization of peas and wheat –a window into the past. A laboratory study*. Tesis doctoral. Facultad de Matemáticas, Ciencias Exactas, Naturales y Medicina. Universidad de Leiden. Holanda.
- BRUNO, M.C. (2008): *Waranq waranqa: ethnobotanical perspectives on agricultural Intensification in the Lake Titicaca basin (Taraco peninsula, Bolivia)*. Unpublished PhD Dissertation, University of Missouri, Missouri.
- BRUNO, M.C. y WHITEHEAD W.T. (2003): "Chenopodium Cultivation and Formative Period Agriculture at Chiripa, Bolivia". *Latin American Antiquity* 14(3):339-355.
- CAPPARELLI, A. (2008): "Caracterización cuantitativa de productos intermedios y residuos derivados de alimentos de algarrobo (*Prosopis flexuosa* DC y *P. chilensis*

- (Mol.) Stuntz, Fabaceae): aproximación experimental aplicada a restos arqueobotánicos desecados”. *Darwiniana* 46(2):175-200.
- CAPPARELLI, A. y LEMA V. (2011): “Recognition of post-harvest processing of algarrobo (*Prosopis* spp.) as food from two site of Northwestern Argentina: an ethnobotanical and experimental approach for desiccated macroremains”. *Archaeological and Anthropological Science* 3:71-92.
- CAPPARELLI, A.; VALAMOTI, S.M. y WOLLSTONECROFT M.M. (2011): “After the harvest: investigating the role of food processing in past human societies”. *Archaeological and Anthropological Science* 3:1–5.
- CAPPARELLI, A.; POCHETTINO, M.L.; LEMA, V.; LÓPEZ, M.L.; ANDREONI, D.; CIAMPAGNA, M.L. y LLANO C. (2013): “The contribution of ethnobotany to the interpretation of macroremains: a qualitative step in the history of archaeobotany in Argentina”. *Trabajo presentado en 16th International Work Group for Palaeoethnobotany*. 17-22 June 2013, Greece.
- CARRILLO, A.; CEDILLO, E.; MAPES, C.; DE LA CRUZ, E.; GARCÍA-ANDRADE, J.M. y CUEVAS J.A. (2010): *La Chía colorada (Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae cv. Chía roja) Un cultivo prehispánico, ¿en peligro de extinción?*. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- CARRILLO, A.; MÁRQUEZ, J. y ENGLEMAN E.M. (2011): “Chía roja, huazontle y quelite cenizo, tres quenopodios comestibles de los mexicanos”. En L.M. MERA; D. CASTRO y R. BYE BOETTLER (comps.): *Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria*. UNAM-SNICS-SINAREFI, México: 179-190.
- DE LA CRUZ, E.; PALOMINO, G.; GARCÍA-ANDRADE, J.M.; MAPES, C.; GONZÁLEZ, J.; FALCÓN, T. y VÁZQUEZ, O. (2013): “The Genus *Chenopodium*: A potential Food Source”. En S.M. JAIN y S. DUTTA GUPTA (eds.): *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops*. Springer Science+Business Media, Dordrecht: Capítulo 1:1-29.
- FORD, R. (1981): “Gardening and farming before A.D. 1000: Patterns of prehistoric cultivation North of Mexico”. *Journal of Ethnobiology* 1(1):6-27.
- FUENTES, F.F.; MAUGHAN, P-J. y JELLEN E.R. (2009): “Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)”. *Revista Geográfica de Valparaiso* 42:20-33.
- GARCÍA-ANDRADE, J.M.; DE LA CRUZ, E. y MAPES C. (2013): “Cultivos de chías *Chenopodium* y *Amaranthus* en la meseta purhépecha conservando el germoplasma y promoviendo la sustentabilidad”. *Agricultura sostenible* 5. Sociedad Mexicana de Agricultura sostenible. Accesible en: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/17.pdf
- GORDON, A. (2006): *Domesticated Chenopodium in North America. Comparing the Past and the Present*. PhD dissertation. Department of Anthropology, Washington University. Missouri.
- GREMILLION, K.J. (1993): “Crop and weed in prehistoric Eastern North America: the *Chenopodium* example”. *American Antiquity* 58(3):496-509.
- HILLMAN, G.C. (1973): “Crop husbandry and food production: modern models for the interpretation of plant remains”. *Anatolian Studies* 23:241-244
- HILLMAN, G.C. (1981): “Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops”. En R. MERCER (ed.): *Farming practice in British prehistory* Edinburgh University Press, Edinburgh: 123-162.

- HILLMAN, G.C. (1984): "Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey". En W. VAN ZEIST y W. CASPARIE (eds.): *Plant and ancient man. Studies in palaeoethnobotany*. A. Balkema, Rotterdam: 1-41.
- HOSOYA, L.A. (2011): "Staple or famine food?: ethnographic and archaeological approaches to nut processing in East Asian prehistory". *Archaeological and Anthropological Science* 3:7-17.
- HUNZIKER, A.T. (1952): *Los pseudocereales de la agricultura indígena de América*. Universidad Nacional de Córdoba. Buenos Aires.
- JONES, G. (1984): "Interpretation of archaeological plant remains: ethnographic models from Greece". En W. VAN ZEIST y W. CASPARIE (eds.): *Plants and ancient man*. A Balkema, Rotterdam: 43-61.
- JONES, G. (1987): "A statistical approach to the archaeological identification of crop processing". *Journal of Archaeological Science* 14:311-323.
- MARINOVA, E.; VAN DER VALK, J.M.A.; VALAMOTI, S.M. y BRETSCHNEIDER J. (2011): "An experimental approach for tracing olive processing residues in the archaeobotanical record, with preliminary examples from Tell Tweini, Syria". *Vegetation History and Archaeobotany* 20:471-478.
- MÄRKLE, M. y RÖSCH, M. (2008): "Experiments on the effects of carbonization on some cultivated plant seeds". *Vegetation History and Archaeobotany* 17(Suppl. 1):S257-S263.
- MOTUZAITÉ-MATUZEVICIUTE, G.; HUNT, H.V. y JONES, M.K. (2012): "Experimental approaches to understanding variation in grain size in *Panicum miliaceum* (broomcorn millet) and its relevance for interpreting archaeobotanical assemblages". *Vegetation History and Archaeobotany* 21:69-77.
- LEMA, V. (2009): *Domesticación vegetal y grados de dependencia ser humano-planta en el desarrollo cultural prehispánico del noroeste argentino*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad de La Plata, Argentina.
- LÓPEZ, M.L. (2012): *Estudio de macro y micro restos de quinoa de contextos arqueológicos del último milenio en dos regiones circumpuneñas*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- LÓPEZ, M. L. y CAPPARELLI, A. (2010): "La producción actual de quinoa (*Chenopodium quinoa* W.). Datos de inferencia etnoarqueológica para identificar parcelas arqueológicas". *Revista de Arqueología Americana* 28:83-105.
- LÓPEZ, M. L.; CAPPARELLI, A. y NIELSEN, N. (2011): "Traditional post-harvest processing to make quinoa grains (*Chenopodium quinoa* var. *quinoa*) apt for consumption in Northern Lipez (Potosí, Bolivia): Ethnoarchaeological and archaeobotanical analyses". *Journal of Archaeological and Anthropological Science* 3 (1):49-70.
- LÓPEZ, M.L.; CAPPARELLI, A. y NIELSEN, A. (2012): "Procesamiento pre-consumo de granos de quinoa (*Chenopodium quinoa* – *Chenopodiaceae*) en momentos prehispánicos tardíos en el Norte de Lipez (Potosí, Bolivia)". *Darwiniana* 50(2):187-206.
- LÓPEZ, A. (2006): *Estudios de los recursos genéticos de los seudocereales chia roja (*Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae*) y amaranto (*Amaranthus* spp.) en los ejidos de Opopeo y Santa María Huiramangaro, Michoacán*. Tesis de grado. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México.

- POWELL, G.S. (2000): "Charred, non-maize seed concentrations in the American bottom area: Example from the Westpark site (11-MO-96), Monroe County, Illinois". *Midcontinental Journal of Archaeology* 25(1):27-48.
- RANA, T.S.; NARZARY, D. y OHRI, D. (2010): "Genetic diversity and relationships among some wild and cultivated species of *Chenopodium* L. (Amaranthaceae) using RAPD and DAMD methods". *Current Science* 98(6):840-846.
- RILEY, T.J.; EDGING, R. y ROSSEN, J. (1990): "Cultigens in Prehistoric Eastern North America: Changing Paradigms". *Current Anthropology* 31(5):525-541.
- SIMMONDS, N.W. (1965): "The grain Chenopods of the Tropical American Highlands". *Economic Botany* 19:223-235.
- SMITH, B.D. (1992): *Rivers of Change. Essays on Early Agriculture in Eastern North America*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- SMITH, B.D. (2006): "Eastern North America as an independent center of plant domestication". *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103(33):12223-12228.
- SMITH, B.D. y FUNK, V. (1985): "A newly described subfossil cultivar of *Chenopodium* (Chenopodiaceae)". *Phytologia* 57:584-587.
- STEVENS, C.J. (2003): "An Investigation of Agricultural Consumption and Production Models for Prehistoric and Roman Britain". *Environmental Archaeology* 8:61-76.
- STIKA, H-P. (2011): "Early Iron Age and Late Mediaeval malt finds from Germany – attempts at reconstruction of early Celtic brewing and the taste of Celtic beer". *Archaeological and Anthropological Science* 3(1):41-48.
- VALAMOTI, S.M. (2002): "Food remains from Bronze Age Archondiko and Mesimeriani Toumba in northern Greece?" *Vegetation History and Archaeobotany* 11:17-22.
- VALAMOTI, S.M. (2011): "Ground cereal food preparations from Greece: the prehistory and modern survival of traditional Mediterranean "fast food". *Archaeological and Anthropological Science* 3:19-39.
- WILSON, H. (1981): "Domesticated *Chenopodium* of the Ozark Bluff Dwellers". *Economic Botany* 35(2):233-239.
- WILSON, H.D. y HEISER Jr., C.B. (1979): "The origin and evolutionary relationships of "Huauzontle" (*Chenopodium nuttalliae* Safford), domesticated chenopod of Mexico". *American Journal of Botany* 66(2):198-206.
-

Bramaderas: ¿instrumento o sistema de comunicación? Un acercamiento experimental

Lucía Ruano Posada¹ y Mario Freire Ruiz²

Resumen

Los investigadores suelen describir las bramaderas como instrumentos aerófonos de la Prehistoria; sin embargo se ha planteado un posible uso alternativo como sistema de comunicación a corta/media distancia, experiencia que se ha realizado en este estudio. Partiendo de una investigación preliminar de corte arqueológico, etnográfico e historiográfico, se han fabricado un conjunto de cinco bramaderas con distintas características físicas y morfológicas. Sobre ellas se ha realizado una doble experimentación, una primera experiencia midiendo el nivel de decibelios de cada bramadera, y una segunda para comprobar su eficacia como sistema de comunicación a corta/media distancia.

Palabras clave: Bramadera. Arqueología experimental. Etnografía. Instrumento musical. Sistema de comunicación.

Abstract

Researchers usually describe the bullroarer as Prehistoric aerophone instruments. However, this study advocates for an alternative use as a short/medium distance communication system. Drawing from a preliminary archaeological, ethnographic and historiographic research, we have built a set of five bullroarer with different physical and morphological features. With them, a double experiment has been carried out. On the one hand, we have measured the decibel level of each bullroarer and on the other hand, we have checked their efficiency as a short/medium distance communication system.

Keywords: Bullroarer. Experimental Archaeology. Ethnography. Musical instrument. Communication system.

INTRODUCCIÓN

La Arqueología Experimental es “un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que de forma rigurosa admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad” (Baena 1997: 3). En la actualidad, muchos investigadores no pasan de la mera reproducción de piezas prehistóricas, lo cual apenas aporta información sobre procesos en el pasado. Para llevar a cabo una experimentación arqueológica el investigador debe plantear una hipótesis y realizar unas preguntas básicas, que permitan establecer una cuestión de estudio y una metodología válida. Una vez establecidos estos puntos, el investigador podrá comenzar la experimentación y valorar los resultados obtenidos.

Dentro de la experimentación en arqueología podrían diferenciarse diferentes métodos o escalones, ya que no es lo mismo intentar reproducir una técnica prehistórica, que estudiar un aspecto del funcionamiento o la funcionalidad de los objetos reproducidos. Por ello, el planteamiento de la metodología debe atenerse a las necesidades de la experimentación, siendo claro para el investigador los resultados que se buscan con el trabajo. Al mismo tiempo, se deben poner en claro el número de variables que se quieren controlar en la experimentación, ya que el número de éstas dependerán, en muchas ocasiones, de la pericia del investigador.

Al mismo tiempo, en una experimentación arqueológica se debe comprender que existen unos límites en la valoración de las conclusiones, ya que aunque nuestra hipótesis se demuestre verdadera tras la experimentación, no se puede afirmar la exclusividad del modelo propuesto

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM). lucia.uanmo@estudiante.uam.es

² Universidad Autónoma de Madrid (UAM). mar.freire@estudiante.uam.es

(Baena 1997: 4). Siempre se debe de tener claro que lo que se propone es un modelo, y que es muy probable que existan modelos alternativos con hipótesis igualmente aceptables.

En este proyecto se ha realizado una experimentación sobre un tipo de instrumento prehistórico, las bramaderas, con el objetivo de comprobar las diferencias entre la materia prima utilizada para su elaboración y su funcionalidad en la Prehistoria. Más que un experimento, podemos denominar como experiencia a este acercamiento a la funcionalidad de las bramaderas prehistóricas, ya que se ha realizado una única experimentación sobre la alternativa propuesta, lo que resta solidez a la aceptación de nuestra hipótesis.

Las bramaderas, rombos, zumbadores, *bull-roarer* (ya que se relacionan con el bramido de los bóvidos), churingas, ... son láminas de madera, hueso, asta, piedra o metal, que han sido interpretados por los investigadores como instrumentos aerófonos de la Prehistoria, y que en la actualidad aún son utilizados por algunas tribus primitivas de Australia central y noroccidental. Son placas oblongas, alargadas y planas, que presentan un agujero en uno de sus extremos, en el que se ata un cordaje. El instrumento se hace sonar al girarlo por encima de la cabeza o a un costado del músico. La bramadera, con su giro, consigue provocar una vibración en el aire, que produce un sonido modulante, el cual depende de la intensidad a la que se produce el giro.

REGISTRO ARQUEOLÓGICO

Los ejemplos más antiguos de bramaderas se han datado del periodo Magdaleniense, Paleolítico superior, que se extiende en Europa occidental desde el 18.000 hasta el 9.000 a. C. Probablemente, el ejemplar más antiguo se encontró en Ucrania, con una datación de 17.000 años a. C., y su uso se extendió por todo el mundo, documentándose a lo largo de toda la Historia hasta la actualidad (Gregor 1987: 106).

Ignacio Barandiarán (1971, 2012) hizo un profundo estudio sobre las bramaderas conocidas del hábitat magdaleniense sur europeo, deteniéndose en tres zonas concretas donde los hallazgos son mayores: el frente cantábrico peninsular, la vertiente septentrional del Pirineo y la Dordoña. En estas tres zonas se han documentado aproximadamente unos 30 objetos que pueden ser considerados como bramaderas.

Para él, estos objetos tienen unas características propias que determinan su pertenencia a la categoría de instrumento, que se relacionan con los rasgos formales del soporte. Generalmente, las bramaderas son varillas obtenidas de huesos costales de herbívoros de gran tamaño, como équidos o bovinos, y en asta, generalmente de reno. Habría que considerar la existencia de objetos de madera, que no se han conservado debido a las características orgánicas de la materia prima. Estas varillas son trabajadas para conseguir objetos aplanados, estrechos y largos, de formato muy esbelto. Los tamaños varían entre 190 y 80 mm de longitud, 36 y 11 mm de anchura y 5,5 y 1,1 mm de grosor. La diferencia entre las dimensiones ha sido atribuida por Barandiarán a la necesidad de producir sonidos de diversa gravedad o agudeza, ya que se ha comprobado que el tamaño influye en el sonido. Los objetos presentan entalladuras opuestas a los lados del extremo distal, una perforación en el mismo, o en casos únicos una perforación en una cabeza subcircular, que se convierte en un aro o anilla (Barandiarán 2012: 322).

En la Península Ibérica se han documentado bramaderas en la cueva del Pendo, en la cueva de Altamira, en la cueva de la Paloma y en la cueva de Aitzbirarte IV. En Francia, han aparecido numerosos ejemplos en puntos de Dordogne, como en el yacimiento de Badegoule y Laugerie Basse, y en Garonne, en el yacimiento de Lespugue.

Se han documentado piezas de características similares en otras zonas del mundo, con cronologías posteriores. Encontramos ejemplos de bramaderas en Escandinavia, donde los arqueólogos Hein B. Bjerck y Martinius Hauglid, documentaron en Tov, al norte de Noruega, una pieza de 64 mm de longitud, con una antigüedad aproximada de 5.000 años. En la Antigua Grecia, la bramadera era conocida con el nombre de *rhombos*, y generalmente se utilizaban en el culto de la diosa Cibeles.

Para este proyecto, se ha utilizado como ejemplo la bramadera encontrada en la cueva La Roche de Boril (o de Brie) en Lalinde (Dordoña) por L. Peyrille en el año 1927, ya que además de ser una de las más estudiadas, se halló entera (Fig. 1 b). En 1930, D. Peyron realizó una descripción muy precisa del objeto, añadiendo un dibujo y proponiendo una posible funcionalidad (Fig. 1 a). La pieza estaba elaborada en asta de reno, con un orificio de suspensión en una de sus extremidades. Presenta decoración en una de sus caras con grabados complejos no figurados, y se encontró cubierta de ocre. Para los primeros investigadores, no se dudaba la funcionalidad de instrumento prehistórico de este objeto, ya que era muy similar a la “churinga” de los indígenas australianos. La pieza tiene 157 mm de longitud, 34,3 mm de anchura y 5,5 mm de espesor máximo. Tanto por su contexto estratigráfico, como por su contexto industrial, los investigadores han atribuido esta pieza al Magdaleniense final, momento en el que es muy común la industria de hueso. Actualmente, la pieza se conserva en el Musée des Antiquités Nationales (Saint Germain-en-Laye).

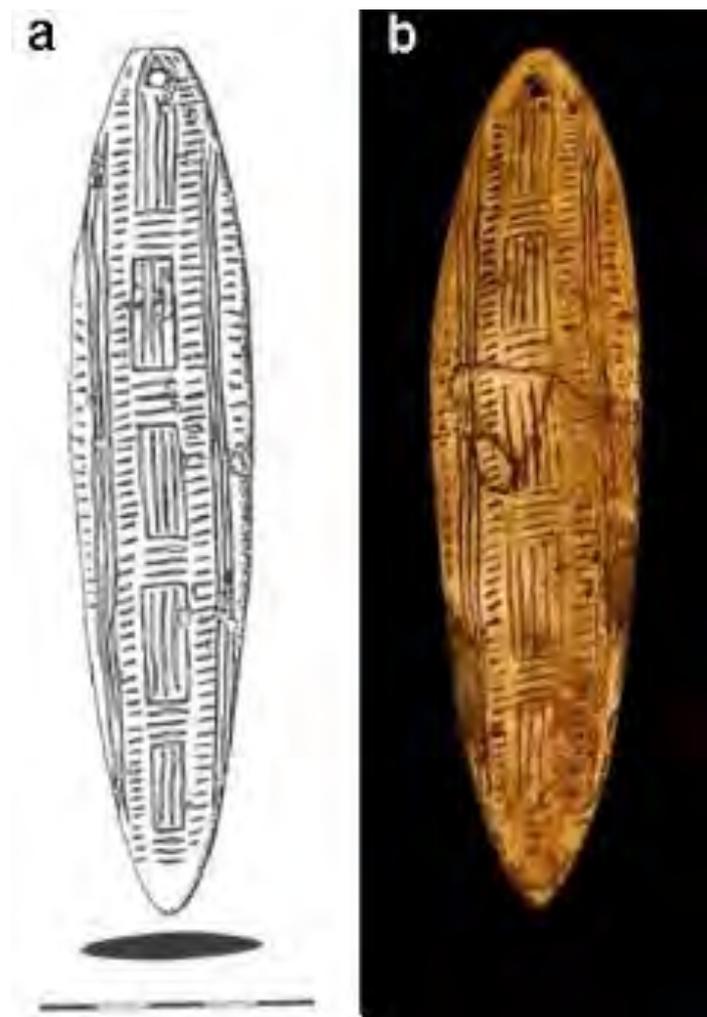


Figura 1: a. Bramadera de Dordogne. Dibujo (Barandiarán, 2012: 315); b. Bramadera de Dordogne. Fotografía. [<http://www.elpaisdealtamira.es/?p=696>]

PARALELOS ETNOGRÁFICOS

En Inglaterra y en Escocia, conocida con el nombre de *bull-roarer* o *thunder-spell*, la bramadera tenía un carácter sagrado y solía utilizarse para protegerse de las tormentas. Estuvo en uso hasta comienzos del siglo XIX. La mayor parte de las tribus de nativos de Norte América usaban estos instrumentos en sus ceremonias religiosas y de curación, aunque también podía ser utilizada como juguete para los niños. En las tribus de América del Sur, algunas culturas como la Kamayurá o la Boró usaban bramaderas, conocidas como *hori hori*, para sus rituales.

En la actualidad aún se pueden encontrar pueblos que utilizan este instrumento. En Mali, la tribu de los Dogon usa bramaderas para anunciar el inicio de las ceremonias durante el festival *Sigui*, identificándose el sonido producido como la voz del ancestro del cual todos los Dogon descienden. El caso más paradigmático se encuentra en Australia, donde los aborígenes han habitado desde hace 40.000 años sin apenas contacto con el mundo hasta la llegada de los europeos en el 1788. Estos pueblos han desarrollado tres instrumentos musicales, el *didjeridu*, el *gumleaf* y el *bull-roarer*. En la lengua inglesa el instrumento se conoce como *bull-roarer*, pero en estos territorios no hay animales como el toro, por lo que actualmente este instrumentos se denomina *secret-sacred* (secreto sagrado), nombre que no es compartido por los aborígenes, que lo nombran como churingas. El instrumento es una tabla de madera plana, de entre 300 y 400 mm de longitud y 50 o 70 mm de anchura. Al girar, producen un sonido pulsado cuya frecuencia es aproximadamente 80 Hz. El sonido que producen es muy importante en las ceremonias de iniciación aborígen, ya que se asocia con las voces de sus antepasados (Fletcher, 2007: 66-67).

El estudio de las bramaderas australianas, realizadas en madera, ayuda sustancialmente al estudio de las bramaderas prehistóricas, época de la cual no se conservan objetos de madera. Los estudios etnográficos muestran que los objetos madera son duplicados de los objetos de piedra, denominados la “casa del espíritu”, siendo los de madera los que se hacen sonar. Los aborígenes únicamente hacen sonar los instrumentos de piedra en contadas ocasiones, por lo que es probable que en el mundo prehistórico esto pudiese suceder igualmente (Hortelano Piqueras 2003: 80).

ANTECEDENTES EXPERIMENTALES

En 1989 Michel Dauvois publicó el artículo “Sont et musique paleolithiques” en el que hablaba de su experimentación con bramaderas. Reprodujo la bramadera de Lalinde en cuerno de reno mediante utillaje de sílex, y ésta, al aire libre, zumbaba a una frecuencia entre 130 Hz y 174 Hz. Realizó también experimentaciones con una bramadera australiana de 370 mm de longitud, que zumbaba a una frecuencia inferior, entre 90 y 150 Hz. Una reproducción de menor tamaño en hueso producía un sonido de mayor frecuencia.

En España se han realizado varias experimentaciones sobre reproducciones de bramaderas prehistóricas. En 1997, se publicó en el *Boletín de Arqueología Experimental*, nº 1, el proyecto de Iván Manzano y Raúl Maqueda “Zumbadoras en la prehistoria: reproducción experimental”, en el que, reproduciendo modelos australianos, realizaron experimentalmente bramaderas en madera de rama gruesa de eucalipto, y en hueso de costilla de bóvido. Los tamaños de las reproducciones eran diferentes, tanto en longitud como en anchura, y concluyeron que el sonido de la bramadera de madera era superior al de la de hueso, probablemente por su mayor tamaño y su menor peso (Manzano y Maqueda 1997: 8-9). En este caso, no existe una variable fija que permitiese afirmar que estas diferencias de sonido estuviesen en el tamaño, el peso o la materia prima.

En el 2003 se publicó el Trabajo de Investigación del Tercer Ciclo de Laura Hortelano Piqueras, de la Universidad de Valencia, con el nombre “Arqueomusicología: bases para el estudio de los artefactos sonoros prehistóricos”, para el cual llevó a cabo una experimentación sobre bramaderas. Realizó dos sobre hueso, escápula de oveja y escápula de vacuno, y una en madera, pino. Se determinó que la bramadera realizada en escápula de vaca tenía un sonido más grave, debido a que pesaba más y tenía un mayor tamaño (Hortelano Piquera 2003: 179-180). De la misma manera, no se estaban estableciendo variables fijas que permitiesen determinar cuáles son las variables que afectan al sonido de estos instrumentos.

En el 2002, Neville Fletcher, Alex Tarnopolsky y Joseph Lai publicaron en la revista *Innovation in Acoustic and Vibration Annual Conference of the Australian Acoustical Society*, el artículo “Australian aboriginal musical instruments – the bullroarer”, en el cual publicaron el resultado de sus experimentaciones. Su interés estaba en medir el sonido de los instrumentos y ver cómo éste dependía de las variables físicas. La principal experimentación se realizó sobre las dimensiones de la tabla, la longitud de la cuerda y la apertura del círculo de rotación, midiéndose la frecuencia del sonido en el exterior, en condiciones de quietud. Con sus experimentaciones fueron capaces de establecer una fórmula matemática con la que se puede calcular la frecuencia del sonido de una bramadera plana y rectangular, en la que W es la longitud de la bramadera y V es la velocidad de la bramadera en el aire:

$$f \cong 0.25 V^{0.9} W^{-1.3}$$

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivos

- Hasta qué punto afecta la densidad de la materia prima al sonido.
- Hasta qué punto las bramaderas tienen una aplicación práctica como sistema de comunicación a corta/media distancia.

Metodología

- Primera fase de la experimentación: fabricación. Realizar cuatro bramaderas, intentando que todas tengan aproximadamente las mismas medidas. Se realizarán una bramadera en asta (nº 1), una bramadera en hueso (nº 2) y dos bramaderas en diferentes maderas (de distinta densidad: abeto, nº 3, y encina, nº 4). El proyecto se completaría con una quinta bramadera en madera de poca densidad, abeto (nº 5), cuyas medidas en tamaño serían diferentes, pero intentando que tuviese el mismo peso y la misma proporción que la bramadera de asta. En todas ellas se realizaría un agujero con las mismas dimensiones, y se les ataría el mismo tipo de cuerda de lino, con la misma longitud (1,70 m).
- Segunda fase de la experimentación: Experiencia 1. Medir el nivel de decibelios de las cinco bramaderas a una misma distancia (30 cm), intentando moverlas con la misma velocidad y fuerza.
 - Al probar las cuatro primeras se estaría comprobando cómo afecta la materia prima al sonido de la bramadera.
 - Variables fijas: Medidas de bramadera y distancia de toma de datos.
 - Variable independiente: Materia prima.

- Variable dependiente: Decibelios (potencia de sonido).
 - Al probar la quinta bramadera se estaría comprobando si el peso de la bramadera afecta al sonido.
 - Variable fija: Peso.
 - Variable independiente: Tamaño.
 - Variable dependiente: Decibelios.
- Tercera fase de la experimentación: Experiencia 2. Comprobar la eficacia de cada tipo de bramadera como sistema de comunicación a corta/media distancia. Para ello, se intentaría determinar hasta qué distancia máxima se escucharía cada tipo de bramadera.
 - Variable fija: Medidas de bramadera.
 - Variable independiente: Materia prima.
 - Variable dependiente: Distancia máxima a la que se percibe el sonido de la bramadera.
- Materiales
 - Madera.
 - Tronco de madera de encina.
 - Listón de madera de pino.
 - Asta de ciervo.
 - Hueso, costilla de bóvido.
 - Cordaje de lino: 12 metros (1,70 metros para cada bramadera y 3,5 metros de repuesto)
 - Vaso medidor
- Programas informáticos y recursos técnicos
 - Programa SoundMeter
 - Programa GvSIG
 - Receptor de la marca Garmin®, modelo GPSMAP 64.
 - Cámara Canon PowerShot G-15.

PLANTEAMIENTO DE LA EXPERIENCIA

Primera fase de la experiencia: fabricación de los objetos

El interés de esta experiencia no es comprobar las técnicas prehistóricas de fabricación de bramaderas, por lo que se ha considerado beneficioso para la investigación adelantar el proceso de fabricación de las distintas bramaderas mecánicamente. Para ello, se ha extraído varillas de los distintos materiales mediante una sierra de calar compacta, y posteriormente se ha lijado mediante una lija eléctrica. A todas las bramaderas se le ha realizado un agujero con un taladro mecánico, y se le ha colocado un cordaje de lino de 1,7 m de largo.

Para extraer la bramadera nº 1 se marcó su forma en el asta con la sierra de calar compacta hasta llegar al tejido esponjoso. Se dejó la pieza en remojo durante toda una noche, y al día siguiente se extrajo la lámina clavando cuñas de sílex con un percutor de madera de encina. La pieza se perfiló con una lija eléctrica y con una lima, para darle la forma del modelo arqueológico y para elaborar un bisel. Por último, se realizó un agujero con un taladro mecánico y se colocó el cordaje de lino.



Figura 2: a. Marcando la forma de la bramadera nº 1; b. Extrayendo la lámina para bramadera nº 1

Para extraer la bramadera de hueso (nº 2) se dejó en remojo durante varios días la costilla, para poder limpiarlo con mayor facilidad de restos de carne. Posteriormente se dejó secando al aire libre durante dos días más. Se marcó su forma mediante una sierra de calar compacta, y se dejó durante una noche en remojo, para ablandarla. Al día siguiente se extrajo la pieza clavando cuñas de sílex. Se preparó la pieza con una lija eléctrica y una lima, para darle la forma del modelo arqueológico y elaborar un bisel. Por último, se realizó un agujero con un taladro mecánico y se colocó el cordaje de lino. El problema que presentó esta bramadera es que no puedo realizarse siguiendo el patrón arqueológico, ya que presentaba demasiada curvatura y uno de sus extremos era demasiado delgado.



Figura 3: Marcando la forma de la bramadera nº 2

Para conseguir la bramadera de madera de abeto (nº 3) se utilizó un listón, que se fue lijando con la lijadora eléctrica hasta darle la forma de la bramadera arqueológica, con los lados biselados. Por último, se realizó un agujero con un taladro mecánico y se colocó el cordaje de lino.



Figura 4: Lijando la bramadera n° 3

La bramadera de madera de encina (n° 4) se extrajo de tablas preparadas a partir de un tronco, y posteriormente se fue lijando hasta conseguir la forma de la bramadera arqueológica, con los lados biselados. Por último, se realizó un agujero con un taladro mecánico y se colocó el cordaje de lino. Se pesó para poder determinar gracias a ello las medidas de la bramadera de abeto de mayor tamaño (n° 5).

Para realizar la última bramadera (n° 5), en madera de abeto, se tomó el peso de la bramadera de encina y se intentó realizar una pieza con el mismo peso y las mismas proporciones, para que el resultado del experimento fuese lo más exacto posible. Todo el proceso se llevó a cabo con una lija eléctrica, para darle la forma arqueológica y los lados biselados. Por último, se realizó un agujero con un taladro mecánico y se colocó el cordaje de lino.



Figura 5: Pesando bramadera de encina n° 4

Tomamos entonces todas las medidas de las bramaderas (longitud x anchura x profundidad), así como el peso exacto de las mismas (Fig. 5). Al mismo tiempo, calculamos la densidad del asta de ciervo y del hueso de bóvido mediante un vaso medidor y agua. Los resultados se recogen en la Tabla 1.



Figura. 6: Bramadera n° 1: Asta de ciervo



Figura 7: Bramadera n° 2: Hueso de vacuno



Figura 8: Bramadera n° 3: Madera de abeto



Figura 9: Bramadera n° 4: Madera de encina



Figura 10: Bramadera nº 5: Madera de abeto – grande

Segunda fase de la experiencia:

En esta parte de la experimentación se pretende comprobar la potencia de sonido de cada bramadera, en función del tamaño y de la materia prima. Para ello se han medido los decibelios emitidos por cada bramadera con el programa *SoundMeter* desde una distancia fija de 30 cm. La realización de la experimentación se ha llevado a cabo en un entorno con el mínimo nivel de sonido ambiente. Los resultados se han recogido en la Tabla 1.

Tercera fase de la experiencia:

En esta fase de la experimentación se ha intentado comprobar la hipótesis de que las bramaderas podrían haber sido utilizadas como instrumentos de comunicación a corta/media distancia. Para ello, nos hemos desplazado a un ambiente natural en el que apenas hay presencia humana y ruidos antrópicos, la Dehesa de Navalvillar (Colmenar Viejo).

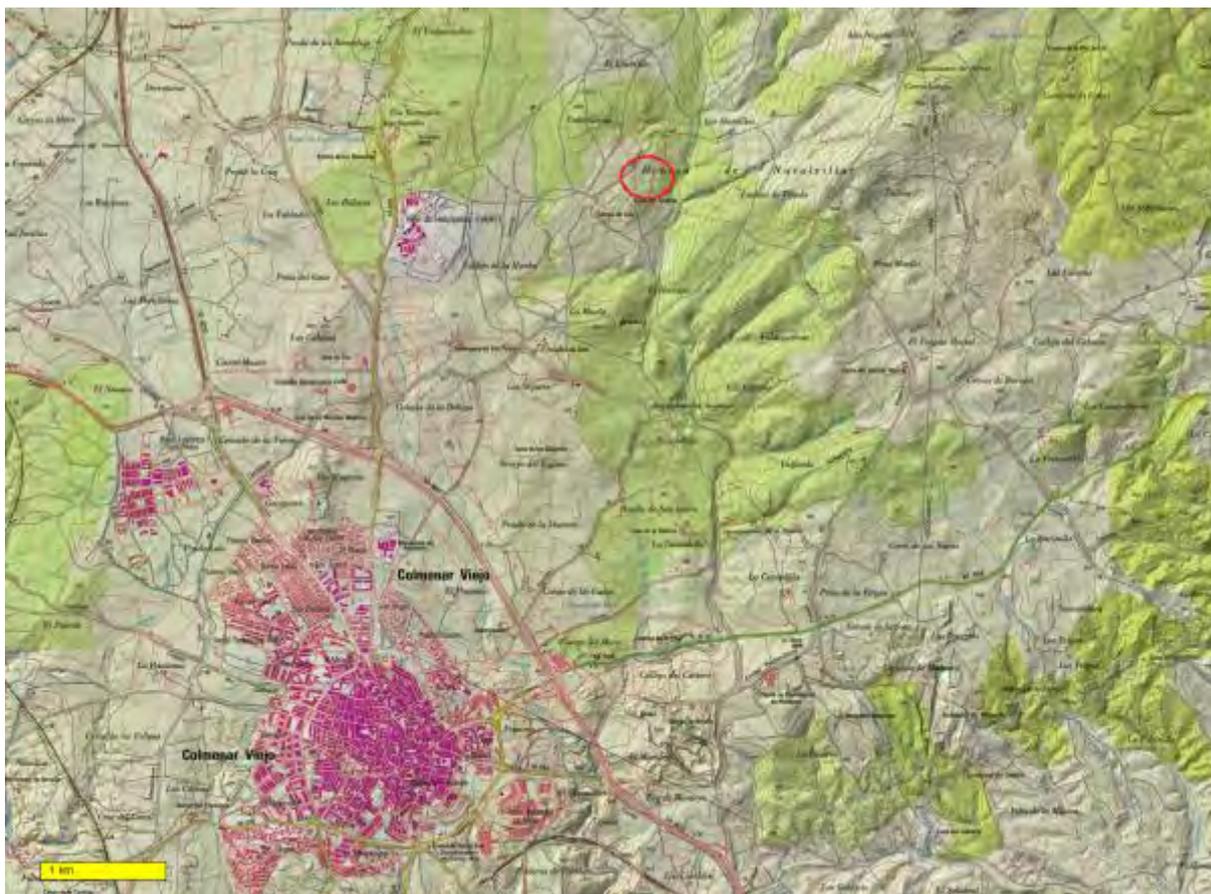


Figura 11: Localización de la Dehesa de Navalvillar, Colmenar Viejo (Visor online SIGPAC [http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/])

Para llevar a cabo la experimentación, una persona ha hecho girar las bramaderas, mientras que otra se iba alejando progresivamente, hasta alcanzar la distancia en la que el sonido de las bramaderas era apenas audible. Con un receptor GPS³, se han marcado dos puntos durante cada experimentación: uno en el cual el sonido únicamente era audible en condiciones muy tranquilas y si se está escuchando, y un segundo en el que el sonido de la bramadera es perfectamente audible. Durante el proceso la misma persona ha hecho girar las bramaderas, para no variar la velocidad del giro, y la misma persona ha realizado las escuchas. Los resultados se han registrado en la Tabla 2.

³ Todas las mediciones de coordenadas han sido realizadas con un receptor GPS/GLONASS dotado del sistema de corrección de señales SBAS (Satellite Based Augmentation System) del tipo EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), lo cual ha permitido realizar las mediciones con un rango de error de ± 3 metros. El receptor fue calibrado con el sistema geodésico de referencia WGS 84.

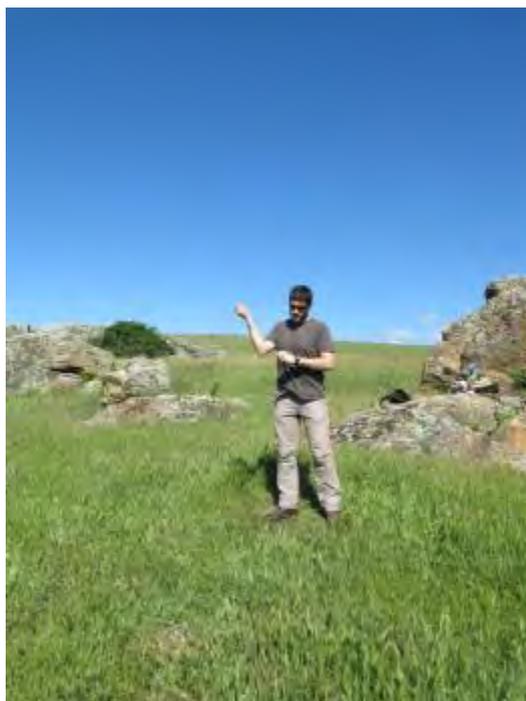


Figura 12: Haciendo sonar la bramadera nº 3 en la Dehesa de Navalvillar

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Experimentación 1

Analizando los resultados proporcionados por la experimentación con las bramaderas de distintas materias primas, pero con las mismas dimensiones aproximadas (nº 1-4), hemos determinado que la materia prima y sus diferencias de densidad afectan a la intensidad del sonido. Así, la bramadera de asta tiene una mayor potencia, seguida de la bramadera de hueso, de la de encina y en último lugar, de la de abeto. Cuando modificamos la variable tamaño, descubrimos que las dimensiones se convierten en el factor determinante de la potencia de sonido. Así, la bramadera de madera de abeto (nº 5), de mayores dimensiones y de peso aproximado a la bramadera de asta, tiene una potencia de sonido superior, a pesar de que su densidad es mucho menor.

	Materia prima	Dimensiones en mm. (LxAxG)	Peso en g	Densidad kg/dm ³	Intensidad del sonido (dB)
1	Asta de ciervo	153,5x27,95x4,67	21,5	1,535	76
2	Hueso de vacuno	148,47x27,37x4,4	19,2	1,6	75
3	Madera abeto	153,6x28,18x4,98	6,28	0,450	65
4	Madera encina	154,23x30,49x4,66	14,47	0,9	70
5	Madera abeto (Grande)	247,2x43,4x6,33	23,4	0,450	79

Tabla 1. Resultados de las distintas mediciones realizadas sobre las bramaderas

Experimentación 2

Con la segunda experimentación queríamos determinar si la distancia de audición del sonido producido por cada bramadera tenía que ver con su materia prima, y por tanto su densidad. Realizando la experimentación con las cuatro bramaderas de similar tamaño y distinta materia prima (nº 1-4), se ha determinado que la materia prima con mayor densidad genera un sonido perceptible a mayor distancia.

Al mismo tiempo, al probar la bramadera de diferente tamaño (nº 5) se ha constatado que la variable tamaño es el factor principal en la distancia a la que se percibe el sonido de cada bramadera. A pesar de tener la misma densidad que la bramadera de abeto pequeña, y un peso similar a la de asta, el sonido producido por esta bramadera alcanza una distancia más de cuatro veces mayor que la primera, y más del doble que la segunda.

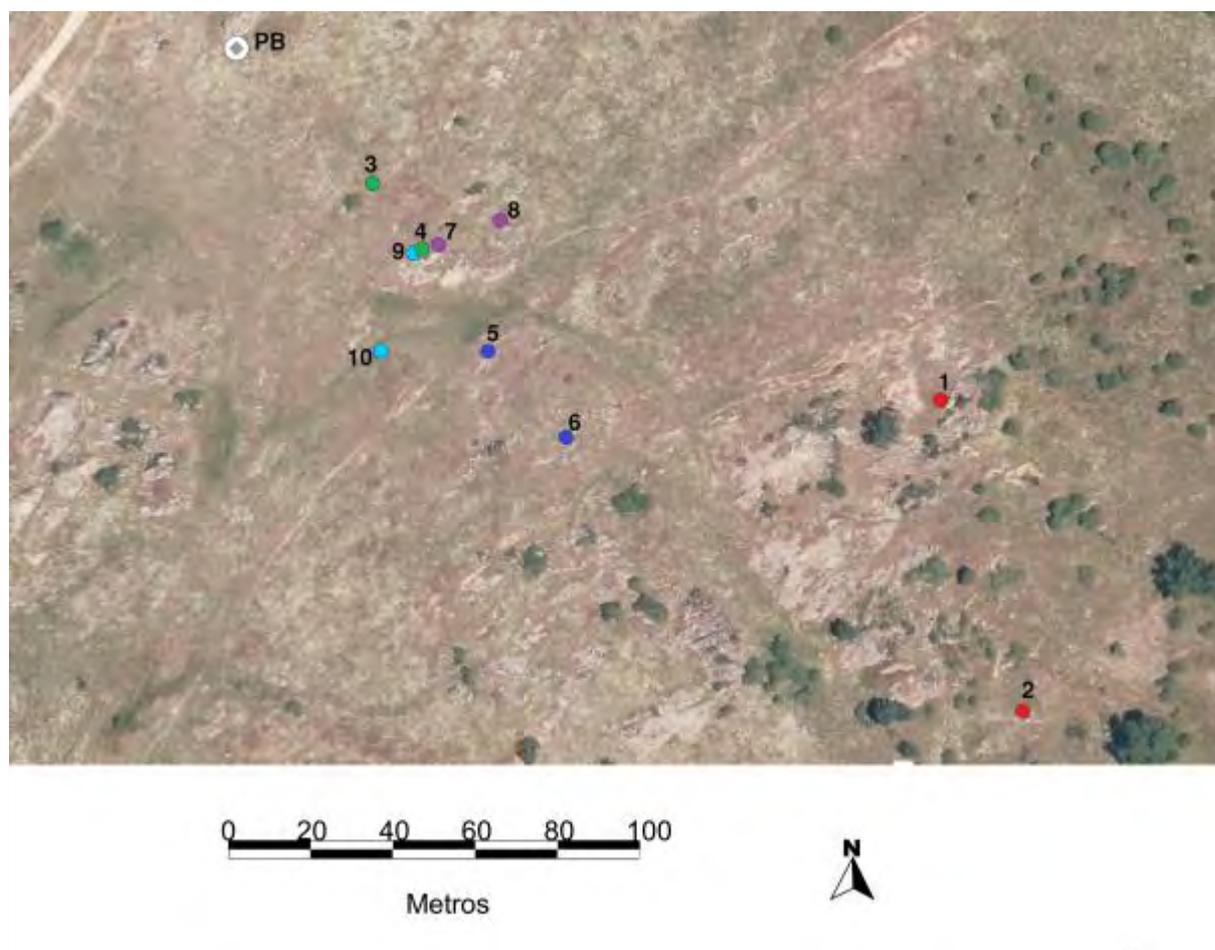


Figura 13: Puntos audibles y apenas audibles de cada bramadera (Rojo: Madera abeto grande; verde: madera abeto; azul oscuro: asta de ciervo; morado: encina; azul claro: hueso de vacuno)

	Nombre	Coordenadas (UTM)	Distancia PB ⁴
PB	Punto Base	30T - 437126/ 4505932	0 m
1	Madera abeto (Grande): Audible	30T - 437297/ 4505846	192 m
2	Madera abeto (Grande): Apenas audible	30T - 437317/ 4505770	251 m
3	Madera abeto: Audible	30T - 437159/ 4505899	47 m
4	Madera abeto: Apenas audible	30T - 437171/ 4505883	67 m
5	Asta de ciervo: Audible	30T - 437187/ 4505858	96 m
6	Asta de ciervo: Apenas audible	30T - 437206/ 4505837	124 m
7	Encina: Audible	30T - 437175/ 4505884	69 m
8	Encina: Apenas audible	30T - 437190/ 4505884	77 m
9	Hueso de vacuno: Audible	30T - 437169/ 4505882	66 m
10	Hueso de vacuna: Apenas audible	30T - 437161/ 4505858	82

Tabla 2. Resultados de la Experimentación 2.

CONCLUSIONES

Los resultados de estas experimentaciones nos han permitido comprobar que el factor determinante tanto en la intensidad del sonido como en distancia de audición es el tamaño de la bramadera, independientemente de su peso. Esto es así ya que la bramadera de abeto de mayor tamaño, con un peso muy similar a la bramadera de asta, ha proporcionado unos resultados muy diferentes: una mayor potencia de sonido y una mayor distancia de audición, a pesar de su menor densidad.

Dentro de las bramaderas de similar tamaño y diferente materia primera, y por tanto densidad, se ha determinado que la bramadera de asta de ciervo produce un sonido más potente y perceptible a mayor distancia que el resto de bramaderas, debido a su mayor densidad. A ésta le sigue por orden la bramadera de hueso de vacuno, la bramadera de madera de encina y, por último, la bramadera de madera de abeto.

Con todo ello, podemos determinar que la intensidad del sonido y la distancia a la que éste es audible está directamente relacionada en primer lugar con el tamaño, y posteriormente con la densidad. Consideramos que la bramadera podría haber sido utilizada como sistema de comunicación, siempre y cuando ésta presente un tamaño igual o mayor que nuestra bramadera nº 5, ya que los resultados obtenidos con el resto (nº 1-4) demuestran que su uso en comunicación está demasiado restringido a distancias muy cortas. Quizá las bramaderas de menor tamaño estuviesen limitadas a ceremonias rituales o a ahuyentar a los animales, como han demostrado paralelos etnográficos, mientras que las de mayor tamaño pudieran estar relacionadas con un primitivo sistema de comunicación a distancia.

Creemos necesario mencionar que las diversas limitaciones en este trabajo han podido sesgar en mayor o menor medida los resultados obtenidos. En primer lugar, no se han podido conseguir bramaderas de formas exactas al modelo arqueológico, ya que cada soporte presentaba unas características propias que han supuesto trabas evidentes para conseguir este objetivo.

⁴ Los cálculos de distancias han sido realizados dentro de un entorno SIG (gvSIG). Para ello se han empleado las ortofotos de máxima resolución del Centro Nacional de Información Geográfica en las cuales se han señalado las coordenadas de los puntos tomados con el receptor GPS (Fig. 13)

Durante la segunda experimentación se debe mencionar que la orografía fue también un factor determinante en la percepción del sonido, que se trató de paliar intentando mantener siempre el contacto visual entre los dos miembros del equipo, ya que al interponer obstáculos, como afloramientos rocosos, el sonido dejaba de percibirse. Por último, se debe mencionar que los puntos de audición medidos están determinados por la persona que los ha tomado, por lo que son una referencia aproximada que podrá variar según la persona que realice la experimentación.

Por todo ello, creemos que este trabajo debe complementarse con otras experimentaciones, que incluyan el uso de bramaderas de distinta materia prima y de mayor tamaño, que permitiesen comprobar todas las hipótesis relacionadas con el tamaño que proponemos en nuestras conclusiones.

BIBLIOGRAFÍA

- BARANDIARÁN, I. (1971): "Bramaderas en el Paleolítico Superior peninsular". *Pyrenae* 7: 7-18.
- DAUVOIS, M (1989): "Son et musique au Paléolithique". *La musique dans l'Antiquité. Dossiers d'Archéologie* 142: 2-11.
- FLETCHER, N. H. (2007): "Australian aboriginal musical instruments: the didjeridu, the bullroarer and the gumleaf". *Journal of ITC Sangeet Research Academy* 21: 61-75.
- FLETCHER, N. H.; TARNOPOLSKY, A. Z. y LAI, J. C. S. (2002a): "Rotational aerophones". *J. American Acoustic Society* 111: 1189-1196.
- FLETCHER, N. H.; TARNOPOLSKY, A. Z. y LAI, J. C. S., (2002b): "Australian aboriginal musical instruments – the bullroarer". *Acoustic Innovation in Acoustics and Vibration Annual Conference of the Australian Acoustical Society*. Annual Conference of Australian Acoustical Society. 15-13 November 2002. Adelaide. Australia: 186-189. [Recurso electrónico] Fecha de acceso: 24 de noviembre de 2014.
http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2002/AAS2002/PDF/AUTHOR/AC020063.PDF
- GREGOR, T. (1987): *Anxious Pleasures: The Sexual Lives of an Amazonian People*. University of Chicago Press: Chicago.
- HORTELANO PIQUERAS, L (2003): *Arqueomusicología: bases para el estudio de los artefactos sonoros prehistóricos*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo. Universitat de Valencia. [Recurso electrónico] Fecha de acceso: 24 de noviembre de 2014.
<http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/26300/ArqueomusicologiaLHP.pdf?sequence=1>
- JERRAM, L. y NIEMAN, A. (2008): *School workshop toolkit. Part two: Vibration and Sound*. University of Salford and University of Southampton. [Material didáctico inédito]. Fecha de acceso: 19 de noviembre de 2014.
http://www.acoustics.salford.ac.uk/schools/vibration_sound_schools_workshop_toolkit.pdf
- MANZANO, I. y MAQUEDA, R. (1997): "Zumbadoras en la Prehistoria: Reproducción experimental". *Boletín de Arqueología Experimental* 1: 6-9.
- RUBIO, I. (1992): "Instrumentos musicales en la prehistoria: el Paleolítico". *Boletín de la Asociación de Amigos de la Arqueología* 32: 2-11.
-

Estudio de procesos posdeposicionales en hueso, asta y sílex

Pablo Gella Montero¹ y Eugenio Carnero García²

Resumen:

El presente estudio tiene como objeto el análisis de las alteraciones superficiales macroscópicas de diferentes materias primas (hueso, asta y diferentes tipos de sílex) tras su tratamiento térmico bajo una hoguera de 30 cm de diámetro, y su relación con los procesos postdeposicionales y azarosos que pudieran acontecer en las etapas tempranas del dominio técnico del fuego y la industria lítica. Tras el análisis de las alteraciones se procederá con la interpretación de los resultados.

Palabras clave: Tratamiento térmico. Sílex. Hueso. Asta. Procesos posdeposicionales.

Abstract:

The aim of this work is analyzing the macroscopic alterations of the surface of different raw materials (bone, antler and different types of flint) after heat treatment in a 30 cm diameter bonfire, and their relationship with random and post-depositional processes that could happen in earlier stages of the technical knowledge of fire and lithic industry. The interpretation of the results will be carried out after the analysis of the alterations.

Keywords: Heat treatment. Flint. Bone. Antler. Post-depositional processes.

INTRODUCCIÓN

A pesar de erigirse como una de las adquisiciones tecnológicas claves en la historia de la Humanidad, si bien la práctica totalidad de la literatura sitúa los primeros usos del fuego en el Paleolítico Inferior (Goren-Inbar *et al.* 2004; Karkanas *et al.* 2007), las fronteras temporales aún no son claras (James *et al.* 1989). Ahora bien, si uno ahonda en la cuestión del dominio técnico y control del mismo, el debate aún se vuelve más controvertido: mientras que muchos sitúan ese momento en el propio Paleolítico Inferior con ejemplos como los citados anteriormente de la cueva de Quesem y Gesher Benit Ya'aqov, en Israel, o Zhoukoudian, en China; otros, como Roebroeks y Villa, sostienen que esos no son sino ejemplos de un uso oportunista del fuego, y que el verdadero control del mismo se hace efectivo en el Paleolítico Medio por exigencias del frío medio (Roebroeks *et al.* 2011). Al margen de dicha polémica, lo que parece claro es que el uso del fuego para el trabajo del sílex se remonta al Solutrense (19000-17000 ANE), en el Paleolítico Superior, a pesar de haber sido encontrados ya los primeros restos de la talla del mismo material en el Paleolítico Inferior (Eiroa 1994). Este uso coincide además con el aumento de hábitats a cielo abierto, lo que supone la huella de la combustión con oxígeno en forma del ennegrecimiento de la materia prima calentada. Como destaca Pérez y colaboradores (2010), la fuerte vinculación entre sílex y termoalterabilidad como proceso de optimización consciente ha supuesto que prácticamente la mayoría de los estudios se centren en el análisis de dichas mejoras, lo que deja al margen todos aquellos procesos azarosos que pudieran haber acontecido y que, a nuestro parecer, podrían aproximarnos a la cuestión desde un prisma más completo. Por ejemplo, autores como Domanski y Webb (2007) hacen hincapié en el valor totémico que podían tener algunas rocas silíceas termoalteradas en color y brillo, y que podrían ser fruto de un proceso azaroso en las cercanías del hogar de los grupos de convivencia. El estudio de estos procesos y materiales podrían arrojar luz sobre los comienzos del uso de la energía

¹ Universidad Autónoma de Madrid. pablo.gella@estudiante.uam.es

² Universidad Autónoma de Madrid. eugenio.carnero@estudiante.uam.es

calorífica en la mejora de la talla lítica en tanto que proceso consciente y controlado a partir de la observación de eventos fortuitos. Puesto que dichos eventos sucederían en base a la cercanía de una fuente de calor situada azarosamente en sus proximidades, en el presente trabajo se pretende analizar las diferencias en la alteración superficial de diversas materias primas – hueso, asta y distintos tipos de sílex – en función de su distancia al centro de una hoguera de 30 cm y enterrados bajo ella. El análisis se hace bajo la hipótesis: “Las réplicas más cercanas al foco sufren una mayor modificación térmica que las más lejanas”.

METODOLOGÍA

Para la elaboración del trabajo se trató de crear una colección experimental de sílex, hueso y asta alterados térmicamente con el fin de analizar los cambios macroscópicos acontecidos en su superficie.

Obtención de las materias primas

Todas las piezas originales de las que se obtuvieron las muestras experimentales se tomaron del patio del departamento de Arqueología Experimental: un fragmento de hueso, un fragmento de asta y tres fragmentos de sílex gris, blanco y marrón. De cada una de ellos se obtuvieron 3 réplicas con el fin de observar diferencias en relación con la distancia correspondiente al centro de la hoguera (Fig. 1).

En el caso de los sílex, la obtención de las réplicas se realizó mediante percusión directa con percutor duro y extracción de lascas de similar tamaño, peso y morfología.

En el caso del asta y del hueso se procedió con el corte de la pieza en tres fragmentos iguales mediante una sierra de calar compacta.



Figura 1: Materias primas obtenidas

EXPERIMENTACIÓN

Construcción de la hoguera

La alteración térmica de las muestras se llevó a cabo mediante el diseño de una hoguera de 30 cm de diámetro. Para su construcción se utilizaron los siguientes elementos:

- *Ladrillo*, para la contención del fuego.
- *Arena de grano fino*, con mayor superficie de absorción de calor para favorecer una cocción óptima sin cambios bruscos de temperatura en su interior.
- *Leña de pino* como base de combustión de la hoguera.
- *Espigas*, para facilitar el inicio del proceso de combustión.

Una réplica de cada muestra experimental se situó en el centro, otra a 7,5 cm y una tercera a 15 cm. Todas ellas bajo una capa de arena de grano fino de 3 cm (Fig. 2).

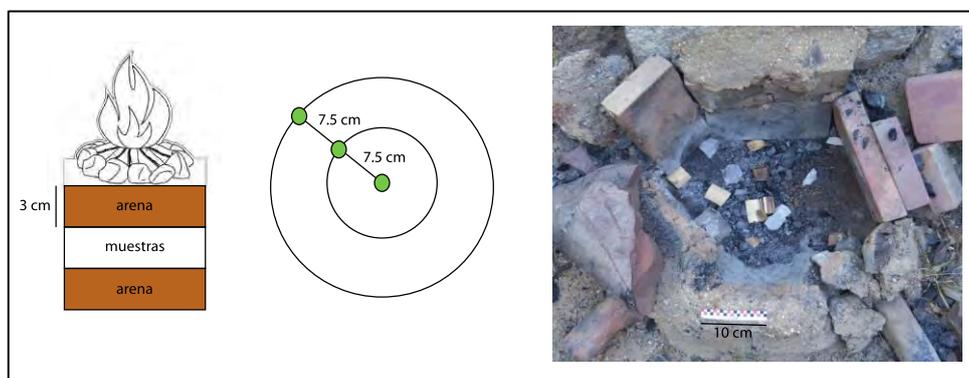


Figura 2: Representación gráfica del proceso experimental

Se estimó la cantidad de leña necesaria para que el fuego se mantuviera durante 30 minutos y entrara en fase de ascuas.

Métodos de observación

Durante el proceso de combustión y posterior deposición, se llevó a cabo un control de la temperatura en el centro de la hoguera mediante el termómetro infrarrojo PCE-890 (rango: -50°C a $+1600^{\circ}\text{C}$).

Los datos resultantes se han representado en la gráfica siguiente (la línea azul corresponde al punto de extinción del fuego y comienzo de la etapa de ‘ascuas’) (Fig. 3)

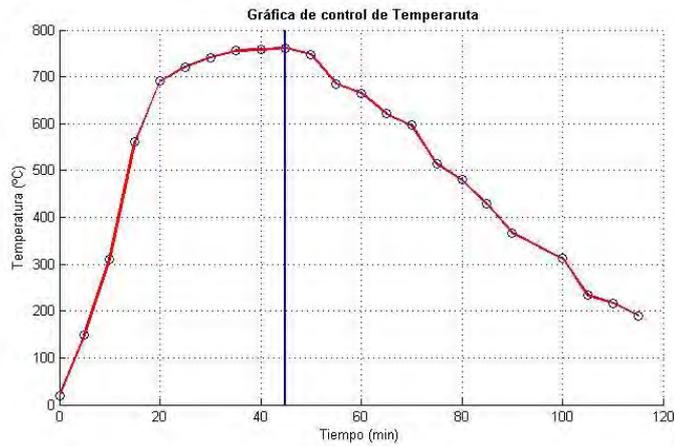


Figura 3: Gráfica de control de la temperatura

Para el análisis macroscópico de las alteraciones acontecidas en la superficie de las muestras expuestas al tratamiento térmico, se hizo uso de la simple vista o de una lupa.

ANÁLISIS

Desarrollo

Después de la obtención de los materiales y construcción de la hoguera descritos en el apartado de ‘metodología’, hemos procedido al desarrollo de nuestro experimento. Se determinaron en base a los trabajos experimentales descritos en la bibliografía un tiempo de combustión de la leña de unos 45 minutos, a partir de lo cual se produciría el proceso de cocción o reposo de las piezas de hueso, asta y sílex. Para no romper el sello de calor y evitar cambios bruscos de temperatura, se puso una capa de arena sobre las ascuas y se dejó reposar 48 horas (Fig. 4). Como se describió en el apartado de ‘metodología’, con la ayuda de un pirómetro se tomaron medidas cada 5 minutos durante 1 hora para observar la velocidad de enfriamiento de las ascuas. A los dos días se recogen las muestras para el posterior estudio y análisis de resultados.



Figura 4: Desarrollo del experimento

Hueso

Disponemos de 3 réplicas de hueso sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de la pieza extraída del hueso original anterior al proceso de alteración (C) (Fig. 5).



Figura 5: Réplicas de hueso con alteración térmica

En la réplica I al ser la pieza más alejada del foco del fuego apenas observamos grandes alteraciones. Lo más notorio es el oscurecimiento del hueso, que indica que se ha quemado, pasando del color amarillento del hueso original a un marrón oscuro homogéneo en toda la superficie de una cara, mientras que por la otra cara apenas observamos ningún cambio.

En la réplica II empezamos a ver más alteraciones en cuanto a color y textura. Con respecto al color vemos dos tonalidades claramente diferenciadas, un marrón muy oscuro casi negro que se va aclarando y el amarillento o crema del hueso. Este resultado es característico de las piezas parcialmente carbonizadas debido claramente a su posición en la hoguera ya que la mitad más oscura ha estado más cerca del foco del fuego. Con respecto a la textura empezamos a ver alguna grieta y una capa de brillo vítreo, todo en la zona carbonizada. Esto ocurre en ambas caras del hueso.

El color de la réplica III es totalmente de color negro. En cuanto a la textura se observa una superficie granulosa, parecido a la tiza y presenta varias fisuras y grietas por ambas caras.

Asta

Disponemos de 3 réplicas de asta sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de la pieza extraída del hueso original anterior al proceso de alteración (C) (Fig. 6).

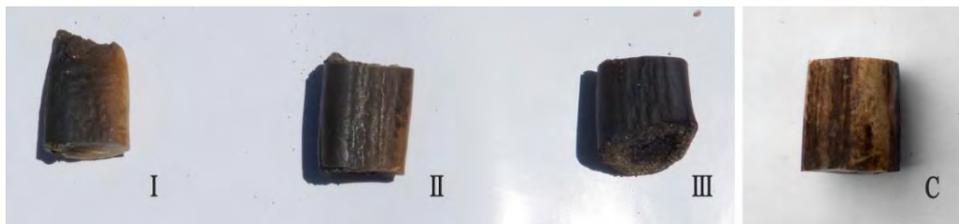


Figura 6: Réplicas de asta con alteración térmica

En la réplica I a diferencia de la réplica I de hueso, si empezamos a ver cambios más notorios. Obtenemos un trozo de asta parcialmente carbonizada. Vemos una parte negra y otra de color marrón claro del asta. En cuanto a la textura notamos alguna pequeña grieta en la parte carbonizada.

Podemos observar en la réplica II un trozo totalmente carbonizado de color negro. Vemos más fisuras en comparación con la muestra de asta anterior (más alejada del foco) y con la pieza de hueso colocada en la misma posición. Notamos en la parte interior del asta, en la medula ósea, una capa de brillo con pequeñas cristalizaciones.

La réplica III tiene prácticamente las mismas características que la muestra anterior. Está totalmente carbonizada, de color negro y con la superficie de la parte de la medula ósea cubierta por la capa de brillo vítreo con las pequeñas cristalizaciones. A diferencia con las demás piezas de asta y con la muestra de hueso, esta pieza tiene muchas grietas y fisuras, incluso se desprenden pequeños trozos con su manejo.

Sílex gris

Disponemos de 3 réplicas de sílex gris sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 7).



Figura 7: Réplicas de sílex gris con alteración térmica

En esta primera réplica I no observamos grandes cambios. La única diferencia con el trozo de sílex original es el pequeño cambio de color que ha experimentado. Ha pasado de un gris claro más o menos homogéneo a tener manchas con tonalidades cobrizas.

En esta réplica II los cambios empiezan a ser más notorios. El color de la lasca de sílex es más oscuro. En cuanto a la textura vemos en una de sus caras una pequeña rugosidad de color blanca con pequeñas cristalizaciones.

En la réplica III observamos que está parcialmente quemado. La mitad de la muestra es de color negro y la otra mitad es de gris oscuro. En cuanto a los cambios en la textura podemos notar cierta rugosidad en la parte quemada y pequeñas fisuras en el borde de dicha parte.

Sílex blanco

Disponemos de 3 réplicas de sílex blanco sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 8).



Figura 8: Réplicas de sílex blanco con alteración térmica

Mientras que en la réplica I no se observan cambios en la superficie, en las réplicas II y III sí que son apreciables algunos.

La réplica II muestra una parte alterada y otra no, debido probablemente a que la parte alterada, al tratarse de un saliente en pico de la propia réplica, se encontrara más cerca de la superficie y/u orientada hacia el centro de la hoguera. La parte alterada muestra un leve cambio en la coloración, hacia una tonalidad marrón que se acentúa en la parte más sobresaliente, y un alisado en la superficie, de forma que las irregularidades observadas en la pieza original apenas son visibles.

La réplica III es la que mayores cambios presenta, puesto que el cambio en la coloración ha sido en la totalidad de la pieza que ahora presenta un color ocre. De un modo particular se observa un jaspeado de color marrón intenso distribuido uniformemente en toda la superficie. También se observa el alisamiento en la superficie.

Sílex rojo

Disponemos de 3 réplicas de sílex rojo sujetas a una alteración térmica. Se muestran en la imagen de izquierda a derecha de la más alejada (I) a la central (III). Separada de las piezas experimentales, en el margen derecho, se muestra el control de una pieza extraída del sílex original pero no sometida al proceso de alteración (C) (Fig. 9).



Figura 9: Réplicas de sílex rojo con alteración térmica

En la réplica I no se observan cambios en la superficie salvo por la presencia de combustión aerobia en dos esquinas que podemos observar por el ennegrecimiento característico en la superficie.

Conforme las réplicas se acercan al centro de la hoguera la tonalidad se va haciendo más oscura y apagada, pasando del anaranjado de la pieza original (C) a un granate intenso (III).

Tanto en la réplica II como en la III se observa un agrietado de la superficie que según la literatura se identifica con el fenómeno de craquelado. Alguna de estas grietas han afectado de tal forma a las irregularidades de la superficie que se pueden hacer saltar pequeñas esquirlas con la uña. Con respecto a la réplica II, la réplica III presenta un color granate más profundo y quizá una superficie más lisa con irregularidades suavizadas.

CONCLUSIONES

Hueso y asta

Hemos podido observar tres etapas básicas por las que pasa un hueso al ser calentado: al principio se produce la evaporación del agua; luego la materia orgánica se combustiona; y por último se modifica la materia mineral. Estos procesos generan cambios en observables y analizados en nuestro experimento, como variaciones del color y textura. También hemos podido observar como en la muestra de asta, la vuelve más frágil, producto de la pérdida de agua y lípidos durante la combustión (Hiller *et al.* 2003). Aunque existen diferentes factores que afectan a la transformación de los huesos tras un proceso térmico como el estado del hueso antes de la combustión, el tiempo de exposición al fuego, temperatura,...el color y textura son dos indicadores bastante fiables y fáciles de estudiar para sacar conclusiones.

El color es el identificador más común de huesos quemados y de la intensidad de calor alcanzado por el hueso. En nuestro experimento este identificador se ha hecho visible en todas las réplicas. Pasando del amarillo hueso a diferentes tonalidades de marrón a la que se quemaban, hasta llegar a negro cuando llegaban a carbonizarse. Esto sucede por la carbonización de la componente orgánica del hueso (Shahack-Gross *et al.* 1997).

La textura es el otro identificador notable en la de alteración térmica del hueso. A medida que se va calentando a mayores temperaturas se observan diversos cambios reconocibles tanto a ojo como al microscopio. En la mayoría de nuestras muestras, sobre todo las que estaban en el foco del fuego presentaban alguna área cubierta por una capa burbujosa o vítrea. También existía alguna superficie granulosa con pequeñas grietas. Hay que destacar la fragilidad del asta a altas temperaturas, pues con el simple hecho de manipularlo se desprendían trozos del mismo.

Sílex

En las muestras de sílex de nuestro experimento, los cambios y las modificaciones sobre todo en textura, no han sido tan evidentes como con los huesos. También se demostró que los diferentes tipos de sílex se comportaron de manera similar, obteniéndose variación de color en función del posicionamiento en la hoguera y algunas alteraciones en su textura

como agrietamientos o lustre térmico. Según hemos podido estudiar, hay un consenso en el que el tratamiento térmico es un proceso largo y constante hasta llegar a la temperatura óptima, y después debe haber un enfriamiento progresivo y lento. Estas temperaturas deben estar alrededor de los 300° C (Purdy *et al.* 1971). Superando estas temperaturas la piedra sufre variaciones recogidos en nuestro experimento, por debajo a penas sufre algún cambio. En resumen, no podemos reducir el tratamiento térmico solo a la interacción del tiempo y temperatura pues debemos considerar también las propiedades específicas del mineral y su volumen.

El cambio de color, a manchas y coloraciones más oscuras y rojizas ocurre con el aumento de temperatura la cual oxida las partículas de hierro que al liberarse como consecuencia de la movilización del agua (Tixier 1984) le da esas tonalidades a nuestras piezas, que varía según la temperatura y la cantidad de impurezas.

En cuanto a la textura, apenas hemos visto cambios, solo pequeñas alteraciones en las superficies, particularmente un brillo y un alisado llamado lustre térmico y varias descamaciones y fisuras en el canto de alguna lasca. El craquelado es posible debido a las microfracturas en el sello de calor o los cambios de temperatura repentinos a pequeña escala.

BIBLIOGRAFÍA

- DOMANSKI, M. y WEBB, J.A. (2007): "A review of heat treatment research". *Lithic technology* 32 (2): 153-194
- EIROA, J.J. (1994): *Historia de la Ciencia y de la Técnica. La Prehistoria: Paleolítico y Neolítico*. Madrid: Akal.
- GOREN-INBAR, N.; ALPERSON, N.; KISLEV, M.E.; SIMCHONI, O.; MELAMED, Y.; BEN-NUN, A. y WERKER, E. (2004): "Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel". *Science* 304 (5671): 725-727.
- HILLER, J., THOMPSON, T.; EVISON, M.; CHAMBERLAIN, A. y WESS, T. (2003): "Bon; mineral change during experimental heating: an X-ray scattering investigation". *Biomaterials* 24: 5091-5097.
- JAMES, S.R.; DENELL, R.W.; GILBERT, A. S.; LEWIS, H.T.; GOWLETT, J.A.J.; LYNCH, T.F.; MCGREW, W.C.; PETERS, C.R.; POPE, G.G.; STAHL, A.B. y JAMES, S.R. (1989): "Hominid Use of Fire in the Lower and Middle Pleistocene: A Review of the Evidence [and Comments and Replies]". *Current Anthropology* 30 (1): 1-26.
- KARKANAS, P.; SHAHACK-GROSS, R.; AYALON, A.; BAR-MATTHEWS, M.; BARKAI, R.; FRUMKIN, A.; GOPHER, A. y STINER, M.C. (2007): "Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel". *Journal of Human Evolution* 53 (2): 197-212.
- PÉREZ, R. J. D.; GÓMEZ, C. M. H.; HERNÁNDEZ, F. J. M. y SANTOS, B. G. (2010): "La alteración térmica en los sílex de los valles alcoyanos (Alicante, España). Una aproximación desde la arqueología experimental en contextos del Paleolítico Medio: El Salt". *Recerques del Museu d'Alcoi* (19): 33-64.
- PURDY, B. A. y BROOKS, H. K. (1971): "Thermal alteration of silica minerals: an archaeological approach". *Science* 173 (3994): 322-325.

- ROEBROEKS, W. y VILLA, P. (2011): "On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (13): 5209-5214.
- SHAHACK-GROSS, R.; BAR-YOSEF, O. y WEINER, S. (1997): "Black-coloured bones in Hayonim Cave, Israel: differentiating between burning and oxide staining". *Journal of Archaeological Science* 24 (5): 439-446.
- TIXIER, J. (1984): "Le débitage par pression". En J. TIXIER (ed.): *Préhistoire de la Pierre taillée 2: économie du débitage laminaire: technologie et expérimentation: IIIe table ronde de technologie lithique, Meudon-Bellevue*. Paris: Cercle de recherche et d'Études Préhistoriques.
-

Carpología experimental: replicación de procesos de carbonización de frutos de *Quercus ilex* (según evidencias mesolíticas)

Judith del Río¹

Resumen

Se pretende replicar de forma experimental en laboratorio el proceso de carbonización al que pudieran haber sido sometidos los frutos de encina (*Quercus ilex*) hallados en contextos Epipaleolíticos/Mesolíticos en la Península Ibérica. Para ello los frutos fueron sometidos a sendos tratamientos térmicos: a 200° C durante 15' y a 300° C durante 5. Las dimensiones de cada fruto fueron medidas previa y posteriormente a la carbonización para así poder trazar un índice de diferencias comparativo. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico básico, pudiendo verse variaciones significativas en peso y dimensiones. Los frutos se observaron con lupa binocular, detectándose cambios morfológicos de tipo protrusión de la masa interna, hendiduras y abultamiento de la superficie.

Palabras clave: Carbonización. Tafonomía. Carpología. Epipaleolítico/Mesolítico

Abstract

The aim of this work is to replicate in an experimental way the charring processes that may have occurred to holm oak fruits (*Quercus ilex*) found in Epipalaeolithic/Mesolithic contexts in the Iberian Peninsula. The fruits overcame two different thermal treatments: 200° C for a 15 minutes lapse, and 300° C for 5 minutes. The measurements of each piece were recorded before and after the charring to allow the comparison between both states. Obtained data were used to perform a basic statistical analysis in which we could notice significant changes in weight and measurements. The fruits were then observed under a binocular magnifying glass, by which we saw morphological changes such as protrusion of the internal mass to the exterior, cracking and surface lumps.

Keywords: Charring. Taphonomy. Carpology. Epipalaeolithic/Mesolithic

INTRODUCCIÓN: POR QUÉ EL MESOLÍTICO. POR QUÉ LA ENCINA. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO ARQUEOBOTÁNICO.

El planteamiento inicial de este estudio pretendía acotar el ámbito cronológico a los yacimientos del Paleolítico Medio en el estado español y sus restos arqueobotánicos. La consulta de algunos manuales básicos de la materia, no obstante, remite a un registro muy escaso de bellotas en horizontes anteriores al Epipaleolítico/Mesolítico de la Península (Buxó y Piqué 2008: 40-43); pero ya en esta cronología destacan por su abundancia y trabajos de referencia las cuevas del Levante –Santa Maira y Abric de la Falguera–, un par de la comarca de Osona en Cataluña –Cingle Vermell y Roc del Migdia–, algunas de Euskal Herria –Kampanoste Goikoa, Aizpea, Kobaederra– y, más recientemente excavado, el yacimiento de Parque Darwin en la Comunidad de Madrid (Cuartero Monteagudo, *com per.*). Aunque pueden hallarse restos carpológicos de *Quercus* en épocas anteriores, retrasando su presencia hasta el Magdaleniense, los restos recuperados se dan aún en menor número. Esto no es únicamente debido a su ausencia efectiva, sino también al poco interés que despertaban este tipo de restos hasta hace poco tiempo –cuando las excavaciones estaban centradas en la recolección de artefactos más vistosos de la cultura material o en restos óseos– o a técnicas

¹Universidad Autónoma de Madrid. (UAM). judit.rio@estudiante.uam.es

de recuperación ineficaces (Buxó y Piqué 2008; Zapata y Peña 2013). La base para el proceso que sigue está, por todo ello, en los restos hallados y fotografiados en los yacimientos mencionados, aunque puede ser comparable a momentos anteriores o posteriores con la cautela necesaria.

La elección de la bellota de encina, vino dada tanto por la abundancia como por la representatividad del árbol en la flora ibérica. Además, es notable el aumento de los bosques del género en el momento de transición Pleistoceno-Holoceno, augurando la mejora climática por venir del postglaciar. En el Levante de la Península el *Quercus* sp. sustituye durante el Mesolítico al *Juniperus* sp. como género predominante –aun estando ambos ampliamente representados desde el Magdaleniense y durante la transición holocena en los análisis polínicos de la zona– (Aura *et al.* 2005). El *Quercus ilex*, la encina, se hace con la sucesión del ecosistema típico mediterráneo; aunque otras hipótesis sobre la representatividad de las especies de uno u otro ecosistema son válidas (Aura *et al.* 2005).

Entre los objetivos que perseguirían los procesos de tueste se encuentran tanto la desecación del grano o el fruto para su mejor preservación a lo largo del tiempo como la preparación culinaria, destinada a mejorar el sabor o directamente permitir su consumo. El caso de la bellota está ampliamente documentado tanto de forma etnográfica como en fuentes literarias y mediante la contemplación de prácticas históricas que subsisten aún hoy en día (García y Pereira 2002a, 2002b); el tratamiento de este fruto con calor obedece a la toxicidad en crudo del mismo, cargado de taninos –sustancias de propiedades astringentes que en la planta cumplen funciones de protección frente a los herbívoros, dificultando su digestión; tienen un uso como curtientes si son extraídos de las agallas de las encinas, pero son difícilmente aprovechables si provienen del fruto–. El tostado de la bellota mejora su sabor, permite que su carne sea molida y después preparada para el consumo en forma de torta o gachas y facilita la separación de la cáscara. A este último respecto hay bibliografía interesante que plantea hipótesis sobre el descascarillado previo o posterior al paso de la bellota por el tratamiento térmico (Zapata 2000).

Significa por tanto que la elección de una cronología Epipaleolítica / Mesolítica se justifica por el interés que como período transicional tiene ésta. En el eterno debate acerca del cambio del hombre de una subsistencia recolectora (nómada) a una agrícola (sedentaria) parece tomar cada vez más fuerza una posición intermedia en que se acepta que la explotación de recursos silvestres tenía gran importancia incluso cuando el salto a la producción estaba ya bien asentado. Por ello cabe esperar, más aún ahora que el análisis polínico, carpológico y territorial en Arqueología ha cobrado una entidad propia, que los datos a este respecto sean más y más aclaratorios, no debiendo subestimarse la importancia de éstos. Podrían ser una ayuda importante para la comprensión ampliada de asuntos de tipo económico, social y cultural de grupos prehistóricos como estos mesolíticos, que quedan a caballo entre dos formas de vida –formas, por lo demás, demasiado estereotipadas y enmarcadas en unos contextos binomiales académicamente contruidos con el objetivo de facilitar su estudio: nómadas o sedentarios, recolectores o agricultores, horizontales o jerarquizados, etcétera–.

Que el supuesto cuya replicación se pretende, en tanto que intentará reproducir las condiciones necesarias para la carbonización de restos vegetales, podría alumbrar situaciones similares a las originales; y aportar con ello un ejemplo aproximado en cuanto a, por ejemplo, una posible gestión de residuos domésticos, la manipulación de la materia

prima para mejorar su consumo o el tratamiento previo al almacenaje del fruto –con la polémica que implica, de nuevo, hablar de almacenaje en sociedades nómadas–.

Se asume que cualquier resto vegetal que haya podido ser recuperado en un yacimiento tipo de ambiente seco, como son los más comunes en las zonas meridionales de Europa y por lo tanto en la Península Ibérica, es debido bien a la carbonización, bien a la mineralización o fosilización –frente a los yacimientos de turbera, hielo o desierto, cuyas características especiales proveen a los restos orgánicos de condiciones de conservación excepcionales–. Esta carbonización es el estado final al que se llega tras la exposición de la semilla, fruto o madera al calor del fuego, sea directa o indirectamente. Aunque este incendio pueda ser accidental o erróneo, también se presume que la carbonización es siempre debida a la manipulación humana, pues es imposible, pese a lo generalizado de la expresión, una carbonización espontánea: ello implicaría que el aumento de temperatura alcanzado por los frutos mediante procesos tales como la fermentación o la putrefacción internas bastaría para provocar un estado de ignición; lo cual, sencillamente, es imposible (Buxó 1990).

Es interesante considerar también los macrorrestos vegetales hallados en contextos arqueológicos como restos alimentarios. Esto implicaría, frente a la tradicional consideración del alimento como indicador estrictamente biológico (o sea, ecológico: su escasez o abundancia se asocia a cambios demográficos; se entiende como una expresión del nicho que el hombre ocupa en el sistema que lo acoge; es indicador de paleoclimas; provee información acerca de la cadena trófica; indicador de estacionalidad; etcétera), tratarlo como un elemento cultural más. Esta idea de la comida (a partir de los restos hallados de la misma) como cultura material se basa en su capacidad de «crear y constituir relaciones sociales» (Milner y Miracle 2002). Ello implica la consideración de la misma como un proceso que incluye la recolección, almacenaje o distribución, preparación, consumo y desecho; en lugar de únicamente como un hecho aislado. Es decir: la alimentación entendida como un hecho cultural podría proporcionar datos, igual que lo hace cualquier otro artefacto material al uso, acerca del tipo de organización social de un grupo prehistórico, sus ritos y simbolismo y el estatus de sus individuos. Esta mención sólo pretende ser un alegato a favor de las posibilidades de un estudio de este tipo y una defensa del enriquecimiento del análisis arqueobotánico que supondrían este tipo de estudios; sin ser ello, en modo alguno, lo que se pretende aquí.

PLANTEAMIENTO Y MÉTODO

Recogida de muestras

Siguiendo el modelo ecológico y paisajístico que se propone para los hallazgos del Mesolítico del levante ibérico (Aura *et al.* 2005) se optó por la recogida de frutos salvajes de *Quercus perennifolia* (*Q. ilex* sp. *ballota*). Se retiraron 80 bellotas del monte de Valdelatas –un ejemplo de chaparral o bosque mediterráneo mixto de encinar y pinar de reforestación, con la presencia del resto de flora asociada a este biotopo: majuelo, enebro, tomillo y retama entre otros–, en el término municipal de Madrid-Fuencarral y límite con el campus de Cantoblanco de la Universidad Autónoma de Madrid (coordenadas aproximadas: 40,541399 / -3,689165).

La recolecta se realizó en el mes de marzo, antes de la floración de la encina, lo que implica que los frutos disponibles eran los supervivientes de la temporada anterior –la fructificación de encinas y robles se da en otoño, entre los meses de octubre y noviembre por lo general–. Es decir: se hallaron en el suelo, cubiertos de hojarasca y en ocasiones ligeramente enterrados, y su disponibilidad era bastante escasa, debido a la podredumbre, los procesos de descomposición y la germinación de la mayoría de los ejemplares hay que añadirles el consumo a lo largo del invierno por parte de distintos animales u organismos que tienen en las bellotas una fuente de alimento común.

Esto es relevante a la hora de considerar el estado en que se emplearon para la experimentación: aunque, obviamente, sólo se contó con los frutos bien conservados, es más que probable que las dimensiones y el peso de estos sean menores que los estándares que se darían en condiciones de recogida óptimas, directamente desde el árbol o recién caídos tras su maduración. En cualquier caso, la base de la experimentación es la comparativa entre el estado previo a la carbonización y el posterior, por lo que esta remesa de bellotas, al igual que la especie arbórea de la que han sido obtenidas, es indicativa únicamente como estudio de caso –con las posibilidades de extrapolación o ejemplificación que ello tiene–.

Los frutos fueron conservados, durante el tiempo previo a su tratamiento en el laboratorio, aislados de la luz y en frío, a una temperatura de 5° C y con gel de sílice como antihumectante para prevenir lo más posible su putrefacción, los posibles procesos fungobacteriales o biológicos que estuvieran en curso y conservar su carne en buenas condiciones.

Bellotas: características biológicas y morfológicas

Las bellotas son los frutos del género *Quercus*, que en la Península incluye las especies que se conocen tradicionalmente como encina (*Q. ilex*), roble (*Q. robur*), quejigo (*Q. faginea*), coscoja (*Q. coccifera*), alcornoque (*Q. suber*), melojo (*Q. pyrenaica*) y los robles albar (*Q. petraea*), pubescente (*Q. humilis*) y andaluz (*Q. canariensis*). Otras especies incluyen el roble rojo (*Q. rubra*), oriundo de América y el *Quercus lusitanica*, de porte rastrero.

Los frutos del *Q. ilex* sp. *ballota* son similares a los del resto de especies mencionadas, siendo la morfología característica del género y muy reconocible (Galán Cela *et al.* 1998: 189-190). De longitud variable entre los 15 y los 35 mm y sección cilíndrica, tiene un apuntamiento en el ápice y su extremo basal está cubierto por una cúpula relativamente corta, no sobrepasando un tercio de la longitud del fruto. Esta cúpula está compuesta de escamas planas de colores grisáceos, muy apretadas y suaves al tacto; en ocasiones el borde presenta un ligero abombamiento. Se configura a partir de dos cotiledones (el endocarpio, reserva de nutrientes para el embrión) recubiertos por un pericarpio de color marrón terroso (la cáscara o corteza) al que se adhiere estrechamente la semilla.

Generalmente las bellotas de la subespecie *ilex* son consideradas más amargas que las de *ballota*, aunque esto no tiene mayor importancia aquí por no considerarse las preparaciones culinarias del fruto ni sus cualidades organolépticas.

Procedimiento experimental (I): diseño del experimento y objetivos del mismo

La metodología y desarrollo de este trabajo viene inspirada fundamentalmente por los diversos experimentos que ha dedicado Freek Braadbaart a la carbonización de propágulos (Braadbaart 2004; Braadbaart *et al.* 2004a, 2004b, 2007). En ellos se propone, a grandes rasgos, la variación controlada y sistematizada de temperaturas y tiempos de exposición del fruto al calor para comprobar los cambios que sobrelleva este, los cuales consisten en variaciones tanto físicas como químicas y moleculares. Las dos últimas no serán tenidas en cuenta debido a la complejidad y especificidad de la experimentación y los métodos de observación que serían necesarios para constatarlas, siendo mayoritariamente la variación morfológica externa la que se observará –aunque se han realizado algunas observaciones con lupa binocular del interior de los frutos–; lo cual encaja con la mayoría de los trabajos y experimentaciones realizadas anteriormente para la carbonización de frutos (Braadbaart 2004: 14-16).

Modificando las condiciones de partida de estos experimentos mencionados se pretende comprobar la variación morfológica del fruto pelado en función de la temperatura y el tiempo de exposición a la fuente de calor, en este caso un horno de mufla. Para ello se dividieron los frutos recogidos en dos grupos de veinticinco (25) unidades cada uno, y se trató cada uno a una determinada temperatura durante un tiempo fijado: 200° C durante 15 minutos para el grupo primero y de 300° C durante 5 minutos para el segundo grupo. Para ello se introdujeron en un horno previamente calentado a la temperatura elegida, dentro de recipientes de acero inoxidable y con cubierta –aunque el aporte de oxígeno o las condiciones de mayor o menor anoxia no fueron tenidas en cuenta como variables del experimento; la circulación del aire oxigenado dentro del horno se da por supuesta en mayor o menor medida y la cubrición simplemente limita la exposición directa al calor, regulando de alguna manera el impacto térmico que de otra manera hubiera sido excesivo, teniendo en cuenta la fragilidad y el pequeño tamaño de los frutos–.

Otro grupo más de diez (10) muestras se sometió a una prueba a 100° C durante 30 minutos; y otros dos grupos más de seis (6) y ocho (8) se reservaron para pruebas previas de aproximación y pruebas de carbonización en fuego al aire libre respectivamente. Estos últimos tres grupos, que quedan fuera de la estadística, serán discutidos más adelante junto a la importancia de la experiencia previa a una experimentación.

Por lo tanto: se considera como factor fijo el tratamiento térmico de cada grupo (15 minutos a 200° C y 5 minutos a 300° C) y como variables de respuesta el largo, ancho, grosor y peso de los frutos, que serán estudiados de acuerdo a su variación tras la aplicación del calor.

Este es el objeto básico del procedimiento y estudio realizados: observar las variaciones de dimensión y peso en los frutos sometidos a tratamiento por calor. No obstante puede cifrarse otra utilidad para este trabajo: la comparativa de los datos obtenidos con muestras reales recogidas en sitios arqueológicos y cuya morfología se conserve puede resultar de utilidad a la hora de identificar, por ejemplo, alteraciones térmicas en los restos carpológicos y sus causas. También se pretende compilar una lista bibliográfica que, si no completa, sí es suficientemente relevante a mi juicio para el estudio de la cuestión aquí tratada, la carpología, tanto en su vertiente estrictamente arqueológica como en su tratamiento experimental.

Medición y tratamiento de datos

Para trazar una comparativa entre el estado previo a la carbonización y el subsecuente a ella se han tomado medidas de cada una de las cincuenta bellotas implicadas en el proceso en ambas ocasiones. Para ello se ha utilizado una báscula de precisión y un calibre electrónico, lo que permite una notación de hasta dos decimales y detectar con facilidad cambios pequeños en las medidas. Los frutos fueron descascarillados previamente y pesados sin el pericarpio y se tomaron con el calibre tres índices: la longitud, que conforma el eje longitudinal del fruto, la anchura y el espesor, que suponen la medida transversal tomada en su diámetro más amplio; para sistematizar estos últimos se consideró la medida diametral mayor como la anchura y la menor de las dos el espesor. En los casos en que ambos cotiledones aparecieron separados, generalmente fruto del tratamiento térmico aplicado, se sumaron los respectivos grosores de los cotiledones para obtener un total aproximado –cuyo grado de error no se ha calculado pero que muy probablemente favorezca un diámetro estimado mayor que el real– y de ambos anchos se tomó el mayor como el total del fruto.

La comparación entre las medidas de los frutos en crudo y las que presentaron después de la carbonización se anota como variación de cada una de las diferentes medidas: peso, longitud, anchura y espesor; medidas en gramos y en milímetros.

Con las medidas anteriormente descritas se calcularon un par de índices biométricos que relacionan las distintas variables de cada fruto: longitud sobre anchura ($\text{Ín1} = l/a \times 100$) y espesor sobre anchura ($\text{Ín2} = g/a \times 100$) (Buxó 1997: 61-62).

Se realizaron observaciones con lupa binocular de hasta 5 aumentos (10x el ocular, 16x el aumento más grande de la lente y 0,32 de la cámara fotográfica acoplada; las observaciones serán comentadas más adelante) tanto del estado de la bellota en crudo como posteriormente, en superficie exterior, superficie interior y roturas manuales en los ejes transversal y longitudinal.

Análisis estadístico

Se realizó una aproximación descriptiva a los datos recogidos previa y posteriormente a la carbonización (peso, longitud, anchura y espesor, y los dos índices biométricos indicados) separados conforme a los dos grupos de temperatura. Ello nos informó de la media y la varianza (una medida de la dispersión de los datos en función de la media). También se consultaron los gráficos de normalidad (que permiten ver cómo de ajustada está la distribución de los datos a una recta normal estándar, de media $\mu=0$ y desviación típica $\sigma=1$) y los diagramas de cajas y bigotes (para una comprensión visual de la distribución de los datos según cuartiles).

El procedimiento estadístico para el tratamiento de los datos dimensionales y de peso se inició con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la determinación de la distribución normal de los datos. Se descartó la longitud como variable ajustada a la normal (Tabla 1). La prueba de Levene para la comprobación de homocedasticidad u homogeneidad de varianzas descartó los datos de anchura y espesor. La razón de la realización de las pruebas anteriores es la comprobación del ajuste de los datos a los criterios requeridos para poder llevar a cabo un ANOVA (análisis de la varianza): la independencia de los datos –lo que es intrínseco al diseño del experimento, dadas las condiciones de aleatoriedad para la selección

de los ejemplares y para su posterior distribución en grupos–, la homocedasticidad y la distribución normal de los datos.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		peso.g	largo.mm	ancho.mm	grosor.mm
N		25	25	25	25
Parámetros normales ^{a,b}	Media	,0516	-,3108	-1,1104	-,9484
	Desviación típica	,02478	1,11622	1,11068	1,11938
Diferencias más extremas	Absoluta	,128	,180	,101	,092
	Positiva	,128	,133	,074	,086
	Negativa	-,112	-,180	-,101	-,092
Test Statistic		,128	,180	,101	,092
Sig. asintót. (bilateral)		,200 ^{c,d}	,036 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

		PESO2	LARGO2	ancho2	grosor2
N		25	25	25	25
Parámetros normales ^{a,b}	Media	,1204	-1,3848	-1,8392	-2,2700
	Desviación típica	,06086	1,44747	,79006	1,00023
Diferencias más extremas	Absoluta	,151	,128	,112	,083
	Positiva	,151	,128	,096	,083
	Negativa	-,124	-,118	-,112	-,076
Test Statistic		,151	,128	,112	,083
Sig. asintót. (bilateral)		,143 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

a. La distribución de contraste es la Normal.
b. Se han calculado a partir de los datos.
c. Lilliefors Significance Correction
d. This is a lower bound ...

Tabla 1: Kolmogorov-Smirnov para distribución normal para las variables de peso y dimensiones en ambos tratamientos (200° C a 15' superior y 300° C a 5' inferior)

En otras palabras, las variables dimensionales no se ajustan a los requisitos de una prueba paramétrica –de mayor robustez estadística y por ello preferida como primera opción a la hora de realizar un análisis–. La variable de peso, en cambio, sí sigue una distribución normal. Por lo tanto se realizaron dos tipos de pruebas para el análisis de los datos obtenidos: paramétricas (ANOVA) y no paramétricas (pruebas de Kruskal-Wallis).

Los datos obtenidos para los índices biométricos anteriormente referidos y sus diferencias (la diferencia del índice biométrico entre bellotas en crudo y bellotas carbonizadas, por separado para el grupo de tratamiento a 200° C y el grupo de tratamiento a 300° C) se sigue un proceso similar. Con la consulta de los estadísticos descriptivos y el test K-S para la comprobación de la distribución normal se descartan $\bar{I}n2$ y $\Delta\bar{I}n2$ (para las medidas en crudo y después del carbonizado a las dos temperaturas), que serán analizados con la prueba Kruskal-Wallis.

La distribución de $\bar{I}n1$ y $\Delta\bar{I}n1$ (para las medidas en crudo y después del carbonizado a las dos temperaturas) se ajusta a la normal. Con la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas se obtiene resultado negativo para la realización de ANOVA (la significación es mayor que 0,05, el valor máximo que permite el porcentaje de confianza marcado. Se procede, por lo tanto, a realizar pruebas robustas de igualdad de las medias: los test de Welch y de Brow-Forsythe, que permiten la comparación de las varianzas entre el estado previo y posterior a ambos tratamientos sin la necesidad de la homocedasticidad de las mismas. El análisis subsecuente será discutido con el resto de resultados.

El nivel de confianza para el tratamiento de los datos recogidos se marcó en un 95%, lo que implica un nivel de significación del 0,05. El análisis estadístico se realizó con SPSS 19.0 (Lead Technologies 2010, SPS Inc. Chicago, IL, USA).

El objetivo de este tipo de análisis, por lo tanto, consiste en la verificación de las variaciones estadísticas de las modificaciones inducidas por la temperatura y el tiempo de exposición a la fuente de calor en las dimensiones del fruto. Se fundamentan en el análisis de la varianza (ANOVA como prueba paramétrica y Kruskal-Wallis como prueba no paramétrica), tomando como factor fijo el tratamiento térmico (200° C a 15 minutos y 300° C a 5 minutos) y como variables de respuesta el largo, ancho, grosor y peso de los frutos antes y después de someterlos al mismo.

Procedimiento experimental (II): experiencias previas

Aunque hay bibliografía suficiente en la que se habla de una temperatura y tiempo de carbonización mínimos de 300° C durante media hora (por ejemplo los ya citados Braadbaart 2004; Buxó 1997) se realizaron pruebas de aproximación en base a la intuición de que el pequeño tamaño de los frutos podría no necesitar de tanta exposición al tratamiento. Un grupo de cuatro bellotas se sometieron a un tratamiento térmico de 200° C durante quince minutos; una observación superficial de las variaciones de peso y dimensiones confirmó que esa sería la temperatura final para el grupo más amplio que sería tenido en cuenta en los análisis estadísticos. Otras dos fueron sometidas a un tratamiento de 300° C durante cinco minutos con idéntico propósito. Dos más a 300° C durante 10 minutos: su estado pasó de carbón a ceniza, al menos parcialmente en el cuerpo de la bellota, por lo que se fijó el límite para la temperatura de 300° C en 5 minutos.

De cada grupo, dos se introdujeron en la mufla descascarilladas y otras dos vestidas, para verificar cómo afectaba la carbonización a la estructura dimensional y de masa de una u otra manera: aunque las bellotas con cáscara experimentaron también cambios morfológicos suficientemente notables para ser contrastados se optó por realizar el experimento con las frutas peladas debido, primeramente, a que es de esta forma como se encuentran mayoritariamente en el registro arqueológico (Zapata 2000); y en segundo lugar a que las variaciones de peso y dimensiones entre el estado previo y el posterior a la carbonización fueron más acusadas, dando lugar a una diferencia comparativa más amplia.

Otro grupo más de diez frutos fueron sometidos a tratamiento térmico de 100° C, durante treinta minutos, cuyo objetivo era comprobar la sensibilidad de la bellota al calor tomando valores bajos de temperatura. Como era de esperar debido al límite inferior de carbonización anteriormente mencionado (300° C – 30 minutos; o bien las pruebas ya realizadas a 200° C y 300° C con sus tiempos correspondientes) las diferencias en el peso y las dimensiones no son demasiado significativas a esta temperatura –aunque no se realizaron análisis estadísticos; la limitada amplitud de la muestra tampoco lo permite–. Por ello no fueron tenidas en cuenta más que como experiencia y quedaron excluidas del análisis final.

No obstante es interesante recalcar cómo la experiencia previa es una fuente de información fundamental. En un caso como éste, en que la temperatura y el tiempo mínimos para la consecución de la carbonización de los frutos que ha sido rescatada de la bibliografía es evidentemente excesiva –quizá por el pequeño tamaño o por las condiciones de deterioro

de los frutos involucrados en el proceso –, las pruebas preliminares sirvieron para ajustar los tiempos y las temperaturas. Además, al haber sido tomadas las medidas antes y después de la carbonización también dan una idea ajustada del proceso que experimentan los frutos, aunque su número no fuera lo suficientemente alto como para implicarlas en un análisis estadístico como el que se hizo con los frutos definitivos. Un motivo más para difuminar la frontera entre la auténtica experimentación y la experiencia aproximativa o didáctica; o al menos para no menospreciar esta última, o para darle, al fin, la importancia que merece y abrirse a los datos que proporciona de forma seria, aunque sea limitada.

Procedimiento experimental (III): carbonización al aire libre

Tras obtener los datos de la carbonización de los frutos en mufla, lanzar el análisis estadístico de los mismos y hacer las observaciones *de visu* y de aumento con lupa binocular un grupo de seis bellotas crudas fueron expuestas al fuego de una hoguera al aire libre. El objetivo de esta prueba fue la comprobación del efecto del fuego vivo sobre los frutos en un intento de acercamiento a un posible proceso real.

Para ello se trazó un hogar delimitado con piedras y se marcaron puntos, a partir de un centro aproximado, cada diez centímetros hasta llegar a los sesenta. En estos puntos se colocaron los frutos sin cáscara una vez encendido el fuego, que se mantuvo vivo durante todo el proceso de quema (Fig. 1). La temperatura de los frutos se comprobó en tres intervalos de tiempo, cada cinco minutos tras haberse iniciado la combustión en el momento inicial ($T_0=0$): a los cinco minutos ($T_1=5'$), a los diez ($T_2=10'$) y a los quince ($T_3=15'$). Para cada uno de estos momentos se tomó la temperatura con un pirómetro de láser rojo, cuyas medidas son aproximadas debido, por un lado, a la medición inestable que provoca la variación de la llama (en el caso de los puntos situados más cercanos al centro de la hoguera, los 10 y los 20 cm del centro, que se veían afectados directamente por el fuego; no así los frutos más alejados, cuya temperatura pudo tomarse sin problemas) y por el otro al bajo rango de registro que este poseía, de -32°C a 380°C con fidelidad.



Figura 1: Disposición del hogar y los puntos en que se colocaron los frutos para la quema al aire libre

DATOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La diferencia entre lo crudo y lo cocido. Resultados estadísticos.

Peso y dimensiones

El análisis ANOVA demuestra diferencias significativas entre el tratamiento a 200° y a 300° para el factor peso ($F_{1,48}=27,405$; $p<0,0001$). La variación de peso que experimentan los frutos es mayor al someterlos a la carbonización a 300° C (Tabla 2).

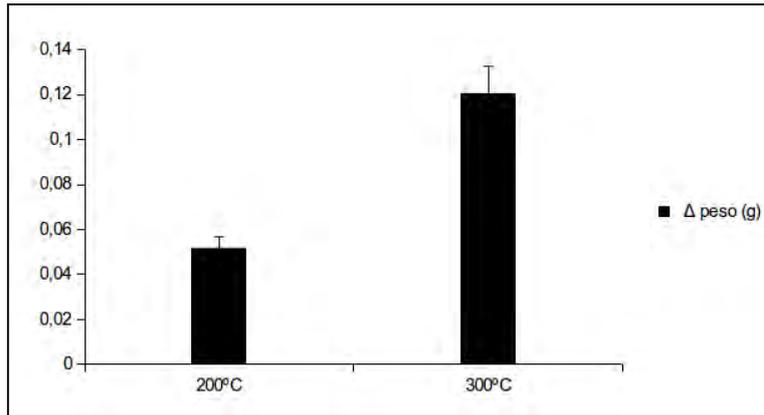


Tabla 2: Diferencias en la variación de peso según temperatura de carbonización

Los test de Kruskal-Wallis muestran diferencias significativas entre las medias de los factores longitud, anchura y espesor ($p\text{-valor}<0,05$; para un nivel de significación del 0,05) en función del tratamiento aplicado (Tabla 3).

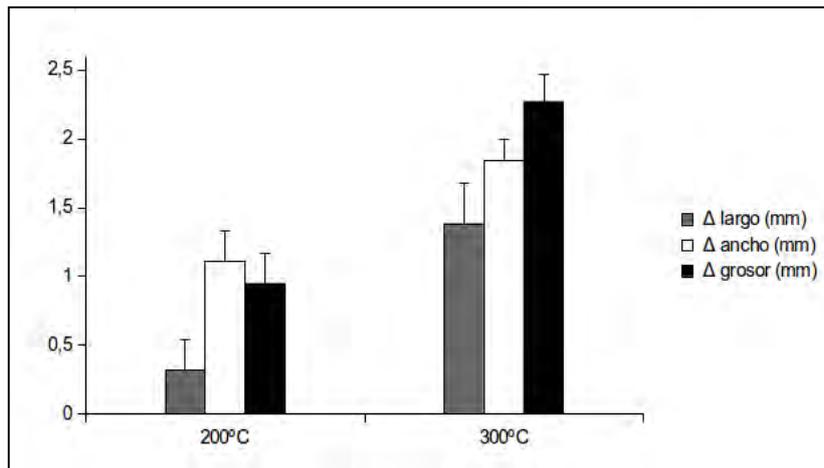


Tabla 3: Diferencias en la media de cada variable según temperatura de carbonización

Índices biométricos

La realización de los tests de Welch y Brow-Forsythe para $\bar{I}n1$ y $\Delta\bar{I}n1$ en ambos grupos de tratamiento térmico aporta valores que no son significativos: no hay evidencia estadística suficiente que permita afirmar que existen diferencias entre las relaciones dimensionales de los frutos según el tratamiento térmico. Esto podría deberse, quizá, a una evolución proporcional durante el proceso de carbonización de las dimensiones del largo y el ancho.

La prueba de Kruskal-Wallis para $\bar{I}n2$ en ambos grupos de tratamiento no es significativa. Sin embargo sí lo es para $\Delta\bar{I}n2$ (para ambos grupos). La media de $\Delta\bar{I}n2$ (media de la diferencia del índice biométrico de las bellotas en crudo y el índice biométrico de las carbonizadas a 200° durante 15 minutos; y la media de la diferencia entre el índice biométrico de las bellotas crudas y el de las carbonizadas a 300° durante 5 minutos) no es igual ni similar: la relación entre el grosor y el ancho varía de manera distinta dependiendo del tratamiento térmico aplicado. Para el grupo 1 –200° durante 15 minutos– apenas hay diferencia entre $\bar{I}n2$ en crudo e $\bar{I}n2$ del fruto carbonizado (Tabla 4).

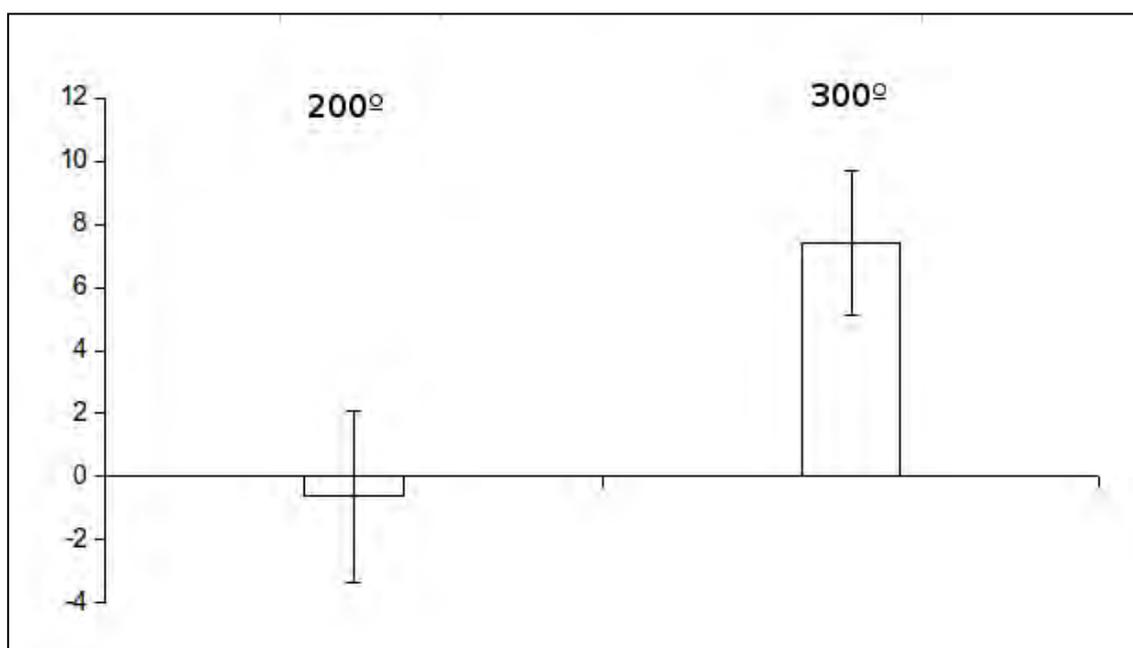


Tabla 4: Medias de la variación del $\bar{I}n2$ según el tratamiento aplicado

Observaciones con lupa binocular

Doce bellotas fueron seleccionadas aleatoriamente dentro de la muestra total de 50 y, una vez carbonizadas, aleatoriamente dentro de cada grupo de temperatura: seis bellotas que habían experimentado tratamiento térmico a 200° C durante 15 minutos (grupo 1) y seis a 300° C durante 5 minutos (grupo 2). También se realizaron observaciones control de bellotas en crudo –para dar lugar a la comparativa posterior– y de algunas de las frutas carbonizadas al aire libre en hoguera. Para las fotografías se eligieron cinco de las muestras observadas que mejor ejemplificaban las características físicas experimentadas por los frutos

al someterse al tratamiento, y pretenden tener un mínimo valor comparativo para con otras observaciones o fotografías (por ejemplo en Aura *et al.* 2005).

El análisis morfológico con la lupa binocular coincide con las observaciones *de visu*: no parece haber diferencias significativas, al menos no del tipo que permitan ser reconocidas a simple vista, entre los frutos carbonizados del grupo 1 y los del grupo 2. En ambos casos se experimentan cambios físicos a causa del calor que pueden agruparse en tres tipos de modificaciones:

- Craquelado de la superficie exterior (de la bellota y de los cotiledones; esto es, también en la cara plana de los cotiledones, que es donde se encuentra la juntura entre ambos): aparecen grietas más o menos profundas probablemente debido al abombamiento o hinchazón del fruto, cuya masa interna se amplía y encuentra insuficiente el área externa que la contiene (Fig. 2.a).
- Burbujas en la superficie, tanto externa como interna. La hinchazón de zonas circulares provoca un mosaico de semiesferas de interior hueco: con la presión realizada por un punzón de madera se revienta esta fina capa y debía ver el lugar vacío que antes ocupaba la masa proteica del fruto (Fig. 2.b).
- Protuberancias de la masa interior hacia fuera, sobrepasando y rompiendo la capa superficial del tegumento que hace de contenedor (Fig. 2.c).

Como es sabido, la principal modificación es cromática: frente al estado crudo, el fruto carbonizado presenta un color de pardo oscuro a negro iridiscente, con motas brillantes distribuidas uniformemente por toda la masa quemada (Fig. 2.d).

La variación textural es más compleja y tampoco se corresponde en esencia con la temperatura aplicada: tanto en las bellotas del grupo 1 como en las del grupo 2 se aprecia una porosidad, que podría decirse típica del proceso de carbonización, que implica una pérdida de masa. Parece corresponderse con la modificación térmica de la textura observada en las bellotas crudas: brillante, terrosa y a grandes rasgos uniforme –pero con un moteado, quizá debido a la distribución en cúmulos de los distintos nutrientes estructurales, que varía del amarillo claro o ambarino al ocre marronoso–. Esta distribución de poros o vacíos internos es más o menos regular dependiendo del espécimen y probablemente tenga que ver con las burbujas mencionadas anteriormente: al corte transversal del tejido se aprecia una pseudo-vacuolización (Fig. 3). La causa de este cambio no puedo dilucidarla de una observación con lupa y sin conocimientos precisos acerca de los cambios químicos y moleculares que experimenta el tejido vegetal con el fuego.



a



b

0.5 cm



c



0.5 cm

d

Figura 2: a-c: 2,048 aumentos; d. 5,12 aumentos

0,5 cm

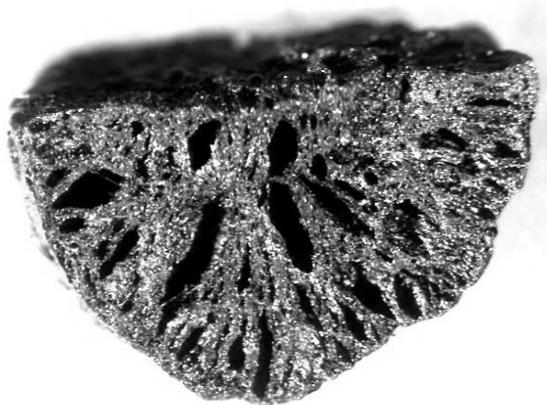


Figura 3: 5,12 aumentos

Carbonización en fuego al aire libre.

La variación de temperatura en los distintos momentos en que fue registrada se muestra en la tabla adjunta:

Distancia al centro (cm)	Temperatura aproximada (°C) en T ₁ =5'	Temperatura aproximada (°C) en T ₂ =10'	Temperatura aproximada (°C) en T ₃ =15'
10	558	541	190
20	213	89	58,1
30	57,5	48	50,1
40	55,7	46,7	54,1
50	50,4	xx*	xx*
60	54*	xx*	xx*

Tabla 5: variación en la temperatura según la distancia al centro del hogar

El valor para la temperatura del fruto situado a 60 cm del centro del hogar a los cinco minutos es extraño, puesto que aumenta con respecto a la del fruto situado diez centímetros más cerca del centro. Los valores de la temperatura de las bellotas situadas a 50 y 60 cm del centro a los diez y a los quince minutos no pudieron ser tomados debido al desplazamiento accidental de los frutos del sitio marcado.

Los resultados de la carbonización al aire libre, en cualquier caso, sólo pudieron ser percibidos en los dos frutos que se situaron más cercanos al centro, no en los que estaban en tercer ni en cuarto lugar (30 y 40 cm desde el centro, respectivamente). En estos dos casos mencionados tanto la variación del peso como el cambio morfológico se asemejan a los obtenidos mediante la carbonización en mufla. En la figura 4.a, perteneciente al fruto carbonizado a 10 cm del centro del hogar al final del procedimiento (15 minutos), puede

apreciarse cómo el material interno sobresale a modo de protuberancia hacia el exterior de manera similar que lo observado en la figura 2.b. La figura 4.b corresponde al estado final del fruto carbonizado a 20 cm del centro del foco de calor. Las manchas blancas son las partes del mismo que ya han comenzado a reducirse a ceniza.

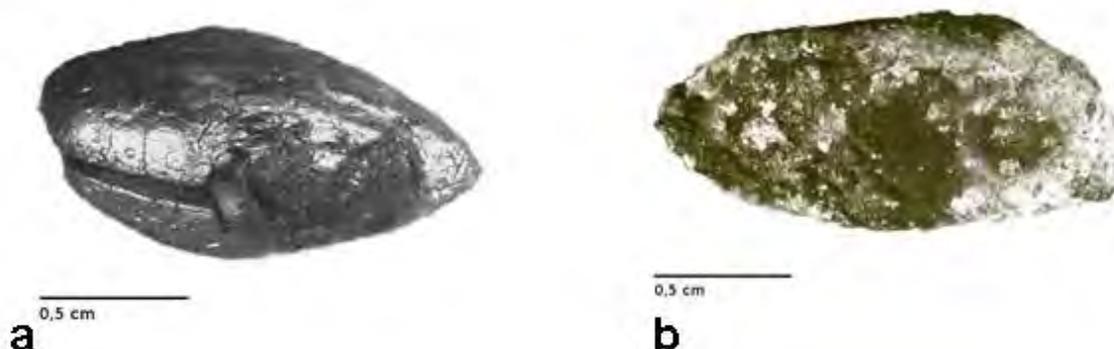


Figura 4: a. 2,048 aumentos; b. 2,048 aumentos

CONCLUSIÓN/DISCUSIÓN

Las conclusiones que pueden obtenerse de todo el proceso seguido para la configuración de este trabajo son de diversa índole. Por un lado nos encontramos con unas pruebas estadísticas que ayudan a comprender cómo se da la variación de la morfología de las bellotas durante el proceso de carbonización con respecto a su estado previo en las variables tenidas en cuenta –dimensiones y peso–. En general puede decirse que experimentan un descenso en su masa y un aumento en su diámetro, como refleja el índice biométrico dos (anchura/espesor), aunque estos cambios son disímiles dependiendo de la temperatura y el tiempo de exposición a la fuente de calor.

Las observaciones, tanto a simple vista como con lupa, confirman el cambio morfológico con mayor detalle, apreciándose sobre todo modificaciones del fruto que son de tres tipos y que afectan a la superficie del mismo –no es objeto de este estudio la comprensión de las modificaciones químicas, moleculares o del contenido de nutrientes y variación del mismo–: rotura y craquelado de la superficie, abombamiento zonal del endospermo y ruptura del tegumento más superficial provocado por la salida repentina, al hincharse, de la materia más interior del fruto.

Además de la variación de los parámetros métricos, que es quizá la modificación más obvia que experimenta un carbón vegetal y el eje fundamental de este trabajo, debe intentarse una propuesta de tipo cultural que pueda verse esclarecida en alguna medida con los resultados obtenidos y la experiencia que ha llevado a su consecución, *i.e.* el control de las variables de carbonización. Por un lado puede fijarse el punto crítico de carbonización en torno a los 300° centígrados. Para esta temperatura, además, y en el caso de echarse el fruto pelado al fuego, el tiempo de exposición necesario para la obtención de un carbón es bastante pequeño: de 5 a 10 minutos. Si este lapso no es suficiente para la total carbonización, sí que

lo es para impedir que el fruto sometido a un calor tan intenso sea consumible. De lo que nos informa este rango tan ajustado de operaciones es, muy probablemente, de un conocimiento bien desarrollado de las necesidades caloríficas que optimizan el fruto para su consumo. Esto, a su vez, nos remite a la propuesta ya citada acerca de la accidentalidad de la carbonización de las bellotas que se encuentran en el registro arqueológico: dado que aparecen carbonizadas, posiblemente hayan llegado a ese estado debido a un olvido, a un error de cálculo o a ser sometidas al fuego voluntariamente por una posible imperfección o enfermedad que, ya crudas, las hiciera deficitarias para el consumo –es decir, que fueran tratadas como desechos, como se presupone ocurría con los huesos de las aceitunas–.

Los cambios intuitivos tras las mediciones y las observaciones experimentales y el hecho de que sean los cotiledones desnudos los que se retiran de yacimiento, y mucho menos frecuentemente el fruto con la cáscara, hacen pensar que las bellotas eran tostadas descascarilladas. No obstante y conociendo la tradición popular que se ha mantenido hasta no hace mucho tiempo, parece esta una acción poco lógica: el tostado, además de mejorar el sabor y lavar los taninos, sirve para ahuecar el pericarpio y facilitar el pelado del fruto. Además, acercar la bellota a la fuente de calor aún con su cáscara la protege, precisamente, de carbonizaciones accidentales. Hay bibliografía, que ya ha sido mencionada, que incide también en esta aparente contradicción, sobre la que no puede concluirse nada en firme.

Por último, debe tenerse en cuenta que la poca frecuencia de hallazgos de bellota, frente a otras especies más representadas en el registro, puede deberse no sólo a técnicas deficitarias de recogida y empleo sino también a que *efectivamente* sea menor: como demuestran los trabajos de tipo histórico, los cuales han sido también citados, la bellota es un fruto aprovechable en un alto porcentaje y con una parte de desecho, la cáscara, mínima. Si, como se ha podido comprobar, el paso de crudo a ceniza es fácil y rápido a determinadas temperaturas, y ello implica, debido a la fragilidad de esta materia, que el resto sea lavado por el viento, el sedimento o la lluvia o destruido con la remoción del terreno. Encontraríamos, pues, que la carbonización hasta la ceniza de las cáscaras, lanzadas al fuego como desecho, difícil o muy poco frecuentemente dejaría un rastro arqueológico. Por lo tanto si existe presencia de bellotas carbonizadas, bien sus cotiledones, bien su cápsula, no debe suponerse con tanta rapidez que su infrarrepresentación sea indicativo de un consumo bajo u ocasional.

BIBLIOGRAFÍA

- AURA, J. E.; CARRIÓN, Y.; ESTRELLES, E. y PÉREZ JORDÀ, G. (2005): “Plant economy of hunter-gatherer groups at the end of the last Ice Age: plant macroremains from the cave of Santa Maira (Alacant, Spain) ca. 12000-9000 BP”. *Vegetation History and Archaeology* 14: 542-550.
- BRAADBAART, F. (2004): “Carbonisation and morphological changes in modern dehusked and husked *Triticum dicoccum* and *Triticum aestivum* grains”. *Vegetation History and Archaeobotany* 17(1): 155-166.
- BRAADBART, F.; BOON, J. J.; VELD, H.; DAVID, P. y van BERGEN, P. F. (2004a): “Laboratory simulations of the transformation of peas as a result of heat treatment: changes of the physical and chemical properties”. *Journal of Archaeological Science* 31: 821-833.

- BRAADBAART, F.; van der HORST, J.; BOON, J. J. y van BERGEN, P. F. (2004b): "Laboratory simulations of emmer wheat as a result of heating". *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 77: 957-973.
- BRAADBAART, F.; WRIGHT, P. J.; van der HORST, J. y BOON, J. J. (2007): "A laboratory simulation of the carbonization of sunflower achenes and seeds". *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 78: 316-327.
- BUXÓ, R. (1990): *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*. Girona, Ajuntament de Girona.
- BUXÓ, R. (1997): *Arqueología de las plantas*. Barcelona, Crítica.
- BUXÓ, R. y PIQUÉ, R. (2008). *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la Península Ibérica*. Barcelona, Ariel.
- GALÁN, P.; GAMARRA, R. y GARCÍA, J. I. (1998): *Árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid, Ed. Jaguar.
- MILNER, N. y MIRACLE, P. (2002): "Introduction: Patterning Data and Consuming Theory". *Consuming passions and patterns of consumption*. Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research. 1-5.
- PEREIRA, J. y GARCÍA, E. (2002a). "Bellotas, el alimento de la Edad de Oro". *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet* 4 (2).
- PEREIRA, J. y GARCÍA, E. (2002b): "Un recorrido histórico por los métodos de almacenamiento y conservación de las bellotas". *Montes: revista de ámbito forestal* 69. 48-59.
- ZAPATA, L. (2000): "La recolección de plantas silvestres en la subsistencia mesolítica y neolítica. Datos arqueobotánicos del País Vasco". *Complutum* 11: 157-169.
- ZAPATA, L. y PEÑA, L. (2013): "Macrorrestos vegetales arqueológicos". *Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*. Euskadi, Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua / Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco: 303-314.
-

Propuesta experimental para la fabricación de las cuerdas de una cítara griega

Fátima Fuster Antón¹

Resumen:

La música, en la antigua Grecia, formaba parte de la vida diaria de cualquier griego y era considerada uno de los pilares más importantes de la educación. El objetivo de este artículo es presentar los resultados procedentes de una experimentación relacionada con el estudio de los instrumentos de cuerda en la antigua Grecia. La importancia de estos instrumentos en la civilización griega hace de su estudio una tarea compleja a la par que fascinante. Para cumplir con el objetivo propuesto se procedió a realizar una aproximación a la reconstrucción de las cuerdas de la cítara, el mayor de los instrumentos de cuerda de la Grecia antigua.

Palabras clave: Arqueología experimental. Lira griega. Cítara. Cuerdas. Música.

Abstract:

Music was part of the daily life of Greek people in ancient Greece and was considered one of the most important pillars of education. The aim of this paper is to present the results of an experiment related to the study of string instruments in ancient Greece. The importance of these instruments in Greek civilization makes its study a complex and fascinating task. In order to achieve the aim of this article, an approximation to the reconstruction of the zither's strings, the largest string instruments of ancient Greece, has been made.

Keywords: Experimental Archaeology. Greek lyre. Zither. Strings. Music.

INTRODUCCIÓN

En la civilización griega la música juega un papel muy importante y para conocer los aspectos que definen esta cultura es necesaria una investigación concreta sobre este tema.

Los instrumentos de cuerda constituyen uno de los tres grandes grupos en los que se clasifican los instrumentos musicales —cuerda, viento y percusión—. Se han constatado diferentes tipos de instrumentos de cuerda en el mundo griego antiguo: la lira, el arpa y el laúd.

El instrumento por excelencia de la antigua Grecia era la lira, en muy diferentes formas. Es el único instrumento de cuerda que se atestigua en las civilizaciones minoica y micénica y fue en la Grecia clásica donde alcanza su mayor esplendor convirtiéndose en uno de los instrumentos más importantes de la totalidad del mundo griego²

A partir de finales del siglo VII, surgieron algunos tipos de arpas, y no fue hasta la segunda mitad del siglo IV cuando encontramos evidencias de laúdes (West 1994: 48).

1 Universidad Autónoma de Madrid. fatima.fuster@estudiante.uam.es

2 “Importancia” que compartía con la doble flauta o aulós. Aun así, de los dos instrumentos, la lira gozaba de un mayor prestigio, pues, como narran los mitos, era el instrumento atribuido al dios olímpico Apolo, y el aulós, por el contrario, aunque fue creado por Atenea, lo desechó al darse cuenta de que le deformaba el rostro al soplar y cayó en manos del sátiro Marsias, por la soberbia de éste. Se sobreentiende un enfrentamiento entre los dos instrumentos, la lira y el aulós, del que resultará vencedor Apolo y, por tanto, la lira, como instrumento asociado a los dioses frente al aulós, asociado al mundo banal de los sátiros.

Las características comunes que definen a las liras se resumen en dos largos brazos que se prolongan desde una caja y que se unen por una barra transversal desde la que se extienden las cuerdas tensadas por encima de un puente en la caja sonora hasta un cordal fijo donde se sujetan. Las cuerdas son de igual longitud y se afinan con un sistema de clavijas o varillas desde la barra transversal. Su diferencia con las arpas estriba en que en éstas las cuerdas están sujetas a un brazo arqueado o de un ángulo fijo y se unen a la caja de resonancia de manera oblicua, por lo que no tienen la misma longitud. En cuanto a la diferencia con los laúdes, el funcionamiento de las cuerdas en éstos es similar al de las liras, pues tienen la misma longitud y se extienden hasta la caja de resonancia, sin embargo, en lugar de dos brazos solamente tienen uno por el que se extienden las cuerdas provocando que al presionar sobre la cuerda se produzca una mayor o menor vibración, esto es, diferentes notas o sonidos (West 1994: 49). Los instrumentos de cuerda de la antigua Grecia se tañían punteando las cuerdas con los dedos o con un plectro —una especie de púa de madera, hueso u otro material—. Esto provocaba la vibración de la cuerda, que se transmitía a la caja de resonancia, provocando la amplificación del sonido.

La lira, a lo largo de los siglos, adoptó en Grecia formas muy diferentes, creando una gran familia de instrumentos que se han clasificado por los historiadores y musicólogos en dos grandes grupos: liras de caja y liras de “tazón” según la morfología de su caja de resonancia (West 1994: 50).

Las liras de “tazón” consisten en una caja de resonancia de forma semicircular, formada por un caparazón de tortuga y más tardíamente de madera. Los tipos son la lira tipo *khélus* y el *bárbitos* en todas sus variantes.

Las “liras de caja” tienen una caja de resonancia hecha enteramente de madera de formas cuadrangulares o redondeadas, que a modo de caja cerrada da nombre a este grupo de instrumentos. Es a este grupo de instrumentos al que pertenece el objeto de nuestra experimentación: la cítara.

La cítara era el más grande de los instrumentos de cuerda de la antigua Grecia. Era un instrumento consagrado al dios Apolo, divinidad patrona de la música y la cultura, entre otras atribuciones. La cítara clásica se convirtió en el instrumento nacional de la antigua Grecia, se consideraba un instrumento mucho más complejo que las liras más antiguas (tipo *khélus* o *bárbitos*) y se utilizaba, al contrario que éstas, como instrumento profesional, para los conciertos y los concursos musicales, muy populares en Grecia, además de la participación en los concursos de los juegos píticos o panatenaicos³.

Al igual que la *phórmix*, la cítara pertenece a las liras de caja, que empezaron a aparecer con mayor frecuencia en el siglo VII. Es a final de este siglo cuando encontramos el ejemplo más temprano de lira de base plana. El número de cuerdas varía, normalmente continúan representándose con tres o cuatro cuerdas, en muy pocas ocasiones cinco, y a final de siglo, siete (West 1994: 53). Son de base plana y los brazos presentan una forma mucho

³ Aristóteles en su obra nos habla de la cítara como un instrumento profesional (*technikon*) inadecuado para la educación general (*Pol.1341 a 18*).

más compleja desde la caja se curvan uno frente a otro, mientras que la parte superior, que parece sujetar una vara transversal, permanece recta y paralela.

Pseudo-Plutarco narra en sus obras morales y de costumbres que la forma de la cítara se estableció en época de Cepión, un pupilo de Tepandro, refiriéndose con ello a la cítara de época clásica.⁴ La caja de resonancia, mucho más grande que la del resto de las liras, es de base plana. Los brazos, parecen estar contruidos en dos partes. Además, la cítara posee unos ornamentos curvados en el interior cuya función no está claramente definida. Algunos investigadores opinan que podrían ser los *angkones* que nombra Hesiquio y que servirían para soportar el peso de los brazos del instrumento (Mathiesen 2000: 262).

Así pues, nuestra experimentación tendrá como contenedor este instrumento tan complejo.

EXPERIMENTACIÓN

Ante la problemática de la falta de fuentes y recursos arqueológicos para la elaboración del proyecto, se han consultado tanto fuentes antiguas como actuales así como proyectos de reconstrucción de algunos *luthiers* y profesores de distintas universidades junto con el análisis de los métodos actuales de realización de las cuerdas y los métodos de tradición renacentista (Bélis 1985; Paquette 1984; Roberts 1980; Georgiou 2013). También la iconografía de los vasos cerámicos resulta imprescindible para la realización del proyecto (Classical Art Research Centre 1997-2013; Iberia *graeca* 2014).

Se eligieron tripas de cordero para realizar las cuerdas porque se siguen utilizando hoy en día ya que son mucho más flexibles que las de cualquier otro animal. Actualmente, las cuerdas se tratan con agua oxigenada para blanquearlas, la inexistencia de este tipo de productos en la antigüedad impidieron tratar las tripas previamente (Bosko y Honey 2009). Se utilizó un metro de tripa por cada cuerda, teniendo en cuenta la longitud mínima de la cuerda en tensión según las medidas de la cítara y dejando un margen para los nudos en las clavijas y en el cordal.

Se realizaron de dos modos distintos para probar su resistencia y sus posibles problemas.

Primer grupo de cuerdas

1. Lavado de la tripa: el primer paso a seguir, tras cortar los metros necesarios, fue el lavado de la tripa, para eliminar cualquier resto de grasa o impureza que dificultara la torsión de la cuerda pues podría provocar su rotura.
2. Corte: para este primer grupo de cuerdas, se cortó la tripa en tiras muy finas para después trenzarlas suponiendo una mayor resistencia, aumentando la cantidad de tiras para formar cuerdas más gruesas que reproducirían sonidos más graves. Se

⁴ Plut. *De mus.* 1133 c.

utilizaron tres tiras de tripa para las dos cuerdas más agudas, cuatro para las dos siguientes, cinco para las que las seguían y seis para la cuerda más grave.

3. Torsión: la torsión o trenzado de las cuerdas se realizó con ayuda de un torno manual improvisado a imitación de los que se utilizan para fabricar las cuerdas de tripa actuales tras varios intentos de torsión manual. Una vez torsionada una cuerda se procedió al secado, durante el cual las cuerdas se mantuvieron tensadas en posición horizontal, unas, en vertical, otras.

El resultado fue una serie de cuerdas muy finas, de distinto grosor aunque difícilmente apreciable, que presentaban algunas impurezas. Continuaban siendo flexibles, aunque de aspecto frágil. Las cuerdas tensadas horizontalmente conservaron la torsión mientras en que en algunas de las tensadas verticalmente, no se conservó el trenzado correctamente. El sonido que reproducían al tensarlas tras el proceso de secado era leve.

Segundo grupo de cuerdas

1. Lavado de la tripa: este paso se realiza del mismo modo al primer grupo de cuerdas.
2. Corte: en este segundo grupo, se realizó un único corte en la tripa para abrirla y obtener una única tira, que se trenzaría con otras para formar los distintos grosores. Se realizó el mismo procedimiento de unión de tripas, pero utilizando la mitad de la cantidad anterior. Una tripa para las cuerdas más agudas, dos, dos y media y tres para las siguientes.
3. Torsión y secado: la torsión y el secado se realizaron del mismo modo que el primer grupo de cuerdas.

En el resultado, la diferencia de grosor entre las cuerdas era mucho más evidente que en tipo 1. Las cuerdas presentaban un mayor número de impurezas pero tenían un aspecto resistente. Al igual que el grupo anterior, las cuerdas secadas en posición horizontal conservaron el trenzado. El sonido que reproducían al tensarlas tras el proceso de secado era óptimo.

Observaciones

Las impurezas, son inevitables también actualmente en las fábricas de cuerdas, después del secado de las cuerdas, las pulen para eliminarlas, por lo que si actualmente, con la fabricación de cuerdas en maquinaria, las impurezas son inevitables, es de suponer que en la fabricación manual de las cuerdas en Grecia también hubiera impurezas.

Sin contar con el factor de la inexperiencia, el proceso de fabricación de las cuerdas es lento (Tabla 1). La fase previa a la torsión, es decir, abrir las tripas y cortarlas en tiras, supuso un total de tres horas para el primer tipo de cuerdas y dos para el segundo (Figs. 1, 2, y 3a). La torsión manual de las cuerdas, una hora y media aproximadamente. El secado de ambos tipos de cuerda se realizó durante cuatro días (Figs. 3b y 4).

	Lavado	Corte	Torsión	Secado	Resultado
TIPO 1	Lavado con agua	En varias tiras finas	Agrupando varias tiras finas	4 días horizontal	Resiste el trenzado. Sonido deficiente.
				4 días vertical	El trenzado no resiste. Sonido deficiente.
TIPO 2	Lavado con agua	Un único corte de una tira	Agrupando varias tiras en proporción	4 días horizontal	Resiste el trenzado. Sonido óptimo.
				4 días vertical	No resiste el trenzado. Sonido óptimo.

Tabla 1: Tabla de resultados



Figura 1: Tripas lavadas y estiradas



Figura 2: corte de las tripas

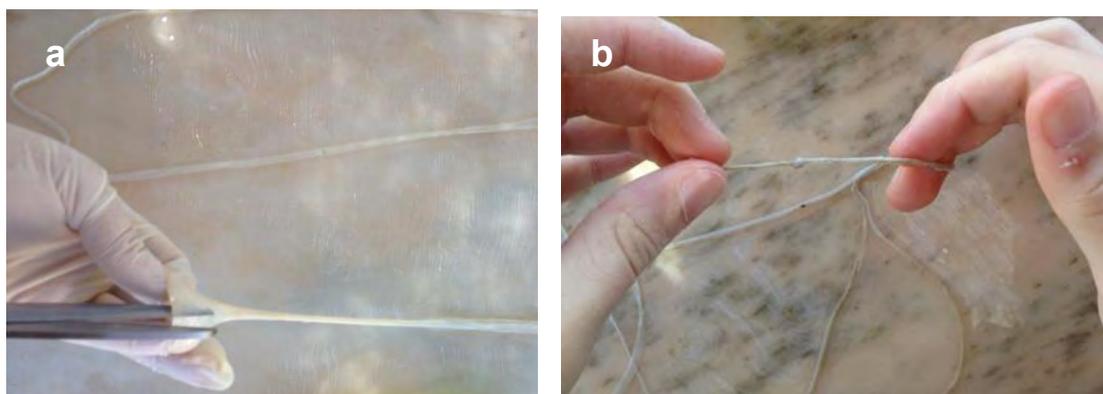


Figura 3: a. corte de las tiras para formar la cuerda; b. anudado y agrupado de las tiras

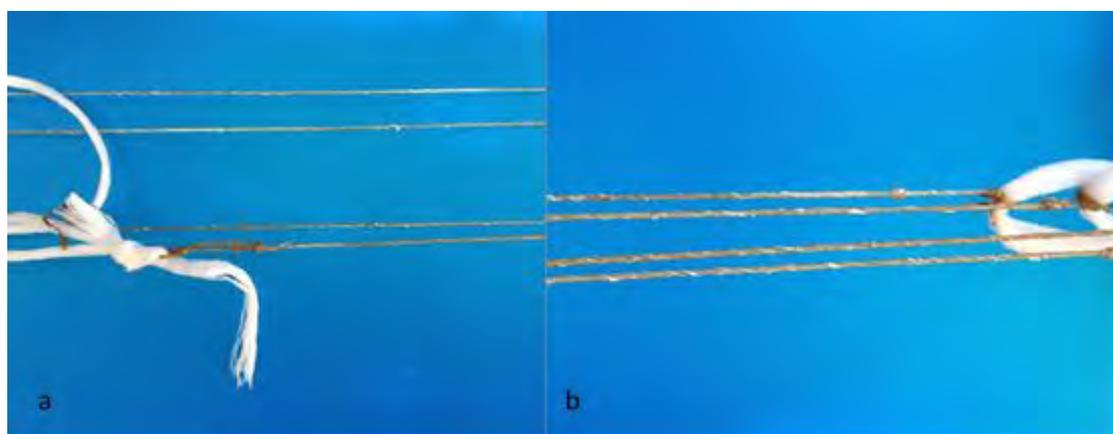


Figura 4: a. tensión y secado cuerdas tipo 1; b. tensión y secado cuerdas tipo 2

BIBLIOGRAFÍA

- ARISTÓTELES: *Política*. VIII,5. Traducción de P. López Barja de Quiroga y E. García Fernández, Madrid: ITSMO, 2005.
- BELIS, A. (1985): “A propos de la construction de la lyre”. *Bulletin de Correspondance Hellenique* 109: 201-20.
- BOSKO & HONEY (2009): *Aquila Springs- Vicenza, Factory Tour-Bosko & Honey’s Ukulele Safari 2008* [Video]. Publicado el 29 de marzo de 2009. Fecha de acceso 4 de junio de 2014. https://www.youtube.com/watch?v=2_Cwe_pz0Uo
- CLASSICAL ART RESEARCH CENTRE (1997-2013): *Classical Art Research Centre and the Beazley Archive*. [Portal web]. University of Oxford. Fecha de actualización 2 mayo de 2013. Fecha de acceso 4 de junio de 2014. <http://www.beazley.ox.ac.uk/archive/default.htm>
- IBERIA GRAECA (2014): *Iberia Graeca* [Portal web]. Centro de Documentación sobre comercio y la presencia griega en Iberia, Iberia Graeca, Ministerio de Cultura, Museo Arqueológico Nacional; Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Museu

- d'Arqueologia de Catalunya; Ayuntamiento de l'Escala (Girona). Fecha de acceso 3 de junio de 2014. <http://www.iberiagraeca.com>
- PAQUETTE, D. (1984): "Instruments à cordes". En *L' instrument de musique dans la céramique de la Grèce antique. Études d'Organologie*. Publications de la Bibliothèque Salomon Reinach IV: 86-203. Université de Lyon II. Paris: de Boccard.
- GEORGIU, M. (2013): *The Kithara of Apollo*. [Video] Publicado el 6 de Julio de 2013. Fecha de acceso 4 de junio de 2014. <http://vimeo.com/69801992>
- MATHIESEN, Th. J. (2000): *Apollo's Lyre, Greek Music and music theory in antiquity and the middle ages*. University of Nebraska Press.
- PSEUDO-PLUTARCO: *De música. Moralia*. XIII. Traducción de J. García López y A. Morales Ortiz. Madrid: Gredos 2004.
- ROBERTS, H. H. (1980): "The technique of playing ancient Greek instruments of the lyre type". En T. C. MITCHEL (ed.): *Music and civilization*. British Museum Yearbook 4: 43-62.
- WEST M.L. (1994): *Ancient Greek Music*. Nueva York: Oxford University Press.
-

Resumen

El presente trabajo muestra una experimentación de cómo se realizaba el maquillaje en el Antiguo Egipto, debido a la importancia que se le daba en aquella época y cuya preocupación por la estética ha llegado hasta nuestros días. El experimento se ha llevado a cabo con los procedimientos que ellos utilizaban, tanto en la aplicación como en la fabricación de pigmentos mediante el triturado de minerales, y con la composición del maquillaje con grasas animales y vegetales.

Palabras clave: Arqueología Experimental. Maquillaje. Egipto. Fabricación.

Abstract

This paper presents an experiment on make-up manufacture in Ancient Egypt, due to its importance in that period and which concern for aesthetics is still present nowadays. The experimentation has been carried out with the same procedures used by the Egyptians, in both application and pigments manufacture by grinding minerals and using animal and vegetal fats in make-up composition.

Keywords: Experimental archaeology. Make-up. Egypt. Manufacture.

CONTEXTO Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las características a las que se ha aludido desde siempre en el estudio de la vida cotidiana de la sociedad egipcia en la antigüedad va a ser el uso del maquillaje como algo imprescindible. Es un hecho, como ya se ha comprobado en diversas investigaciones a lo largo de la historia, que la funcionalidad estética era la menor de las causas que llevaba a dicha sociedad a utilizar el maquillaje, sin querer decir con ello que esta intención no existiera. Así, las principales motivaciones eran la utilización del mismo tanto para terapias médicas como la utilización con intencionalidad religiosa, y por ello no sólo las mujeres se maquillaban, sino también los hombres y los niños. El uso del maquillaje para terapia médica se ha descubierto en los papiros médicos traducidos por George Ebers, uno de los tratados más antiguos de medicina (sobre el 1500 a.C.) y la intención religiosa se ha descubierto en las tumbas egipcias donde los cadáveres se solían enterrar con sus paletas de maquillaje, en pinturas, y en la asociación de ciertos estilos de maquillaje a los dioses Horus y Ra.

En la historia del maquillaje egipcio vamos a tener tres etapas bien diferenciadas.

1ª etapa: hasta la IV Dinastía. Al estilo predominante se le llama *uadyu*. La malaquita es el componente con el que realizaban el maquillaje de ojos, desde el 4000 a. C hasta la IV dinastía. Se realiza dibujando una línea verde en el párpado inferior.

2ª etapa. Es la etapa donde más abiertamente se asocia el maquillaje a la función religiosa. Con el estilo de esta época se pretende hacer un homenaje al dios Horus realizando un maquillaje similar al de sus representaciones. Hay un predominio del negro, ya que se contornea el ojo con el khol, se realiza una línea hacia la sien y se añade una línea cerrando con la otra dejando la forma de gota. Los egipcios llamaban a este estilo *mesdemet*.

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM). paula.gilibert@estudiante.uam.es

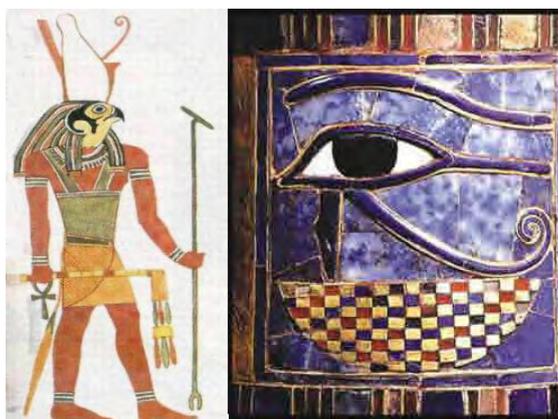


Figura 1. Horus y ojo de Horus

3ª etapa. En esta etapa se realiza un trazo fino rodeando el ojo que se prolonga con una línea recta hacia la sien, de forma paralela a la cejas. Este estilo se denomina "*cola de golondrina*".

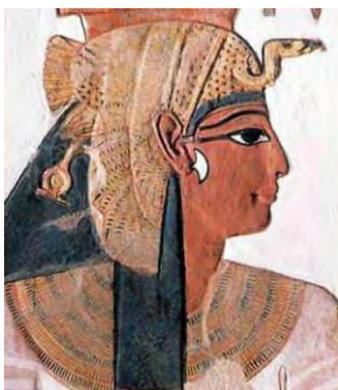


Figura 2. "Cola de golondrina"

Estos maquillajes se realizaban en paletas de pizarra, mezclando el polvo con la grasa o el aceite con cucharas y se aplicaban directamente.

Planteamiento de la hipótesis y las variables

Hipótesis:

1.- En sus paletas, los antiguos egipcios mezclaban directamente el polvo con los aglutinantes vegetales, y se aplicaban el resultado en el momento.

2.- Utilizaban los aglutinantes indistintamente, pues tanto el animal como el vegetal dejan el mismo resultado.

Variables:

- Tipo de aglutinante.
- Cantidad de aglutinante.
- Pigmentación, Duración/fijación

METODOLOGÍA

Ingredientes

Polvos minerales:

Para realizar el khol y las sombras de ojos:

Malaquita (verde), Galena (negro), Lapislázuli (azul).

Laurenita y Fosgenita: Los egipcios utilizaban estos dos minerales que en el experimento no he utilizado, puesto que ellos los fabricaban en un proceso de cuarenta días mediante complicados procesos químicos, y mezclando la galena y derivados de plomo con otros compuestos como la sal (Bedman 1999).

Cerusita: También han llegado evidencias en las fuentes respecto al uso de la cerusita mezclada con la galena para hacer tonalidades grises en el khol y tener una gama de colores más amplia. En el experimento no la he utilizado porque los estilos de maquillaje aquí planteados utilizan el khol en negro, el más utilizado por los egipcios tanto estéticamente como para proteger los ojos, con la galena pura.

En cuanto al uso del lapislázuli: Se conoce el preparado de lapislázuli como "azul egipcio". Sabemos que ha aparecido en pinturas murales y representaciones de la época. Así mismo, se asocia el maquillaje azul con los ojos de Cleopatra. Sin embargo no hay tantas evidencias de su uso en los materiales encontrados relacionados con el maquillaje. Como es posible que se utilizase debido a sus representaciones pictóricas, lo he utilizado para el experimento.

Aglutinantes:

Grasa de caballo, aceite de oliva, cera de abejas, agua.

Instrumentos:

Martillo, cincel y soporte para machacar los minerales.

Báscula para pesar mineral y aglutinantes.

Distintos cuencos y platillos, cucharas modernas en sustitución a las que los egipcios utilizaban para realizar las mezclas.

Pincelería moderna y palillos para la aplicación.

El experimento va a consistir en crear el maquillaje según la etapa, mezclando los minerales machacados con distintos aglutinantes. Posteriormente se aplicará el maquillaje en la piel para ver las distintas pigmentaciones y duraciones que se consiguen, respetando el estilo que se usaba según las distintas épocas.

ANÁLISIS

El primer paso va a ser partir y machacar los pedazos de piedra para convertirlos en polvo mineral y así poder aplicarlo. Como es imposible intentar triturar la piedra sin partirla previamente habrá que realizar este paso, momento en el que se quitarán las impurezas. Al

intentar partir las piedras se observa que la galena y la malaquita son muy sencillas de partir y la impureza sale sola. En el caso del lapislázuli el trabajo de partir y triturar será mucho más largo y costoso.



Figura 3: a. Proceso de partir la malaquita; b. Polvo verde de malaquita

El siguiente paso, como ya se ha mencionado, es triturar la piedra. En la galena y la malaquita se invierten 20 minutos para conseguir 24g y 6g respectivamente en polvo bien fino, mientras que el triturado del lapislázuli se realizará entre 30 y 35 minutos, según la destreza, para conseguir 7g con mayor dificultad para que quede un polvo fino.



Figura 4: Polvos obtenidos de malaquita, lapislázuli y galena

La galena tiene un carácter especial. Cuando se va triturando van desapareciendo los lados brillantes que tiene el mineral por defecto. Debido a la dificultad de triturarla hasta quitarle por completo los brillos se ha dejado en un punto donde queda con cierto toque irisado. Así se demuestra que cuanto más se trituraba el polvo, más mate quedaba y cuanto menos, más brillante. No obstante, también es correcto dejarlo así ya que han aparecido evidencias de que los egipcios también utilizaban la galena irisada para su maquillaje.

Probamos a aplicar el polvo sin más sobre la piel. Comprobamos que ésta no sería su forma de aplicación, ya que no se fija, se mueve y se cae, con lo cual se deduce que era necesario mezclarlo con materias grasas.

El siguiente paso es el de mezclar estos polvos con los aglutinantes. Sabemos que los materiales más utilizados por los egipcios eran la cera de abejas, la resina y, principalmente, aglutinantes animales. Estos polvos se mezclaban con la grasa en una paleta de pizarra. Debido a la falta de la paleta y de las cucharas de la época se ha utilizado una paleta y una cuchara moderna en sustitución.

Uno de los rasgos que diferencian el maquillaje antiguo del actual es que mientras ahora se utilizan aglutinantes vegetales en el Antiguo Egipto primaba el uso de grasas

animales. Por eso probamos a mezclar el polvo con grasa de caballo como primera opción, aceite como segunda y cera de abeja como tercera, ya que en las fuentes también aparece como aglutinante. Además, según el porcentaje de grasa o aceite que se utilice se puede obtener una textura más suelta, compacta o líquida, técnica que conocían perfectamente los egipcios.

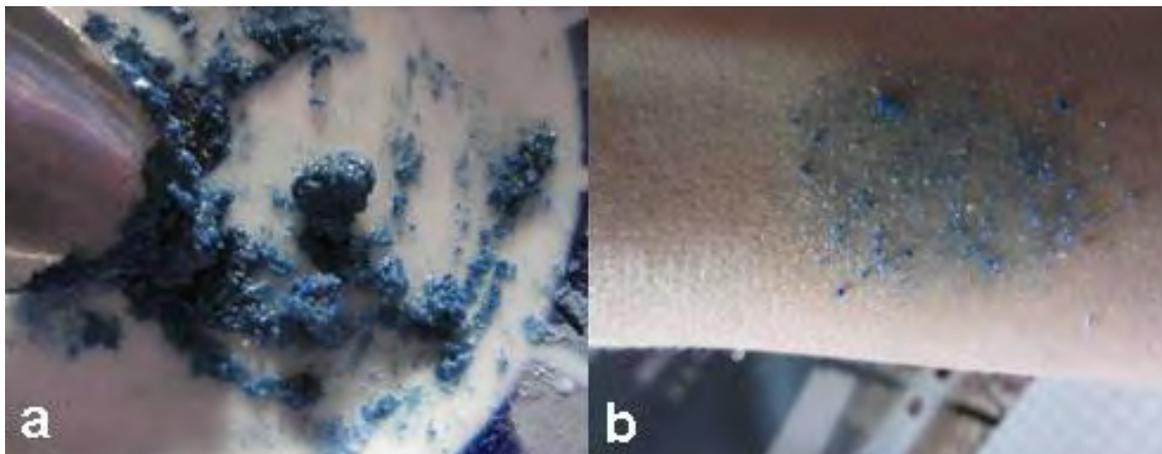


Figura 5. A. Proceso de mezcla de aceite, grasa y polvo; b. Mal resultado al aplicarse en la piel

El primer intento es el de mezclar el polvo obtenido del lapislázuli con la grasa de caballo directamente. Por la dificultad en el mezclado se añadieron tres gotas de aceite. El resultado con tres gotas de aceite, 3 g de lapislázuli y una pizca de grasa de caballo fría, no era satisfactorio. Al aplicarse quedaba grumoso y apenas pigmentaba.

El segundo intento es el de crear el khol, que parece más sencillo y en efecto, lo es. Simplemente para obtener 8 g se utilizaron 23 gotas de aceite y una menor proporción de polvo. Quedó con una textura similar a la del khol actual y al aplicarlo en los ojos el resultado fue satisfactorio, lo que permitió realizar los estilos que se utilizaban en la época.

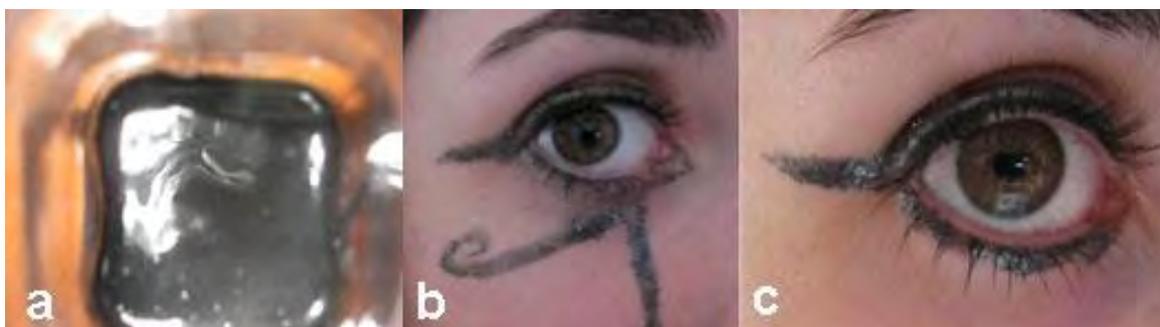


Figura 6: a. Resultado del khol; b. Estilo "Ojo de Horus", 2ª etapa; c. Estilo "cola de golondrina" 3ª etapa

El tercer intento es el de crear el polvo de *uadyu*. El proceso de realización de este polvo ha presentado las mismas dificultades que el llevado a cabo con el lapislázuli. En este caso se ha utilizado la misma proporción que en el lapislázuli, consiguiendo un resultado similar. En vista de los buenos resultados obtenidos con el khol también se ha añadido aceite, creando así una mezcla más líquida, de fácil aplicación, y de buen color. El resultado no es concluyente ya que las fuentes hablan del *uadyu* como maquillaje en polvo y no maquillaje líquido.

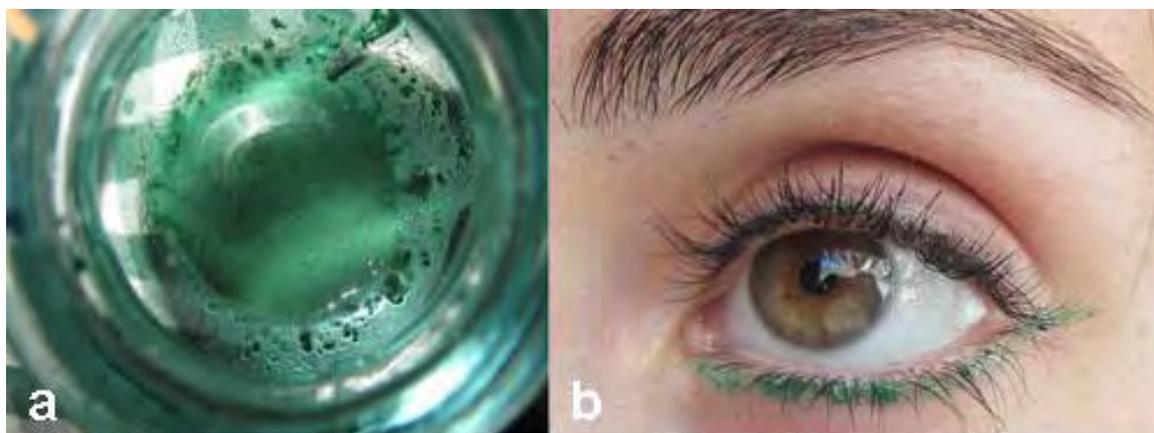


Figura 7: a. *uadyu* con mayor porcentaje de grasa; b. Aplicación del *uadyu* en la piel

Pensando una alternativa para crear un buen resultado en las sombras de ojos se ha llegado a la conclusión de que tiene que faltar un paso en la mezcla del aglutinante y el polvo, que es el derretido. Esto se me ocurre al observar la cera de abeja y ver que si no se derrite es imposible mezclar el polvo con la misma, ya que es dura y aunque se intente partir, lo único que se conseguiría es pequeños trozos que seguirán siendo duros. Por ello en uno de los pequeños recipientes con una cerilla empezamos a derretir la cera, que va cayendo en pequeñas gotas sobre ella. En este caso usamos diez gotas. Hay que tener gran rapidez a la hora de mezclar el polvo porque si no se secará la cera y no se consigue ningún resultado.

Teniendo esto en cuenta, realizamos la mezcla y, efectivamente, ahora sí que da un resultado satisfactorio. La aplicación en los ojos se lleva a cabo con los dedos al carecer de los medios que ellos utilizaban. Queda un color verde claro, bien aplicado, aunque al ser polvo se mueve.



Figura 8: Aplicación del *uadyu* según la primera etapa, aglutinado con cera

Al haber comprobado que el paso que faltaba era el derretido del aglutinante, probamos a mezclarlo entonces con la grasa de caballo. El resultado también es satisfactorio. La cantidad de aglutinante es pequeña, la misma que habíamos utilizado en los primeros intentos, pero al ser derretida deja un buen resultado. Con esta grasa no hay que tener tanta rapidez como con la cera de abeja, pero tampoco se puede esperar a que se enfríe. Repetimos el proceso que hemos utilizado con la cera y probamos a aplicarlo. Con este tipo de aglutinante la aplicación es mejor. Además, al ser la grasa más untuosa y que al enfriarse no se queda tan dura como la cera de abeja, deja un resultado mucho más colorido y al aplicarse no se mueve.

El último intento es el de repetir el proceso con el polvo de lapislázuli y la grasa de caballo, pero al intentar aplicarlo sigue siendo muy complicado, siendo imposible encontrar la técnica con la que fabricaban el maquillaje de sombra azul, si es que lo utilizaban.



Figura 9: Comparación de resultados. A la izquierda, grasa de caballo, más colorido y compacto. A la derecha cera de abeja, más suave y suelto

CONCLUSIONES

Para resolver la primera hipótesis hemos visto a lo largo del experimento que el resultado de mezclar el aglutinante directamente con el polvo no deja la calidad que probablemente utilizaran los egipcios. El material se deshace y a la hora de aplicarlo queda pegajoso y a trozos. Por lo tanto la primera hipótesis que planteé es falsa.

Probando distintas opciones llegué a la conclusión de que los egipcios probablemente derritieron el aglutinante antes de mezclarlo con el polvo, quedando así una mezcla uniforme que, además, al aplicarla, dejaba un resultado mucho más bonito y colorido y con una calidad superior. Por tanto, hay que derretir el aglutinante antes de mezclarlo con el polvo para crear el maquillaje.

La excepción la tenemos en la creación del khol. Sabemos que se realizaban formas difíciles con este maquillaje y, a juzgar por el khol de hoy en día, probablemente entonces también buscaran una textura líquida para el mismo. Por ello para crear khol sí mezclaban directamente el aceite de oliva con los polvos de galena para darle la textura deseada.

En cuanto a la segunda hipótesis podemos afirmar que los egipcios no usaban indistintamente los aglutinantes y probablemente ellos conocían la técnica y el tipo de grasa

que querían usar para conseguir un resultado u otro: las grasas de animales, más untuosas, para efectos de colores más intensos y maquillajes más compactos, y los aglutinantes del tipo cera de abeja para resultados más suaves y el polvo más suelto. Como conclusión personal puedo deducir que al buscar los egipcios resultados más llamativos, dada la importancia que concedían al uso del maquillaje, se decantaban más por el uso de la grasa animal.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BEDMAN, T. (1999): “La belleza y la Higiene en el Antiguo Egipto”. Conferencia impartida durante el ciclo *Color y belleza en el Antiguo Egipto*, centro Mapfre, Instituto de Estudios del Antiguo Egipto, Madrid.
- ÁLVAREZ-MON, J. y NARVÁEZ, J. (1991): “Los tesoros egipcios del Museo del Louvre”. *Revista de arqueología* 128: 46-60
- GONZÁLEZ, R (1996): “El vestido y la cosmética en el Antiguo Egipto”. *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II: Historia Antigua 9: 31-54.
- FERNÁNDEZ, M^a C. (1998): *La cosmetología en la edad Antigua, fundamentos de la actual ciencia dermatofarmacéutica*. Servicio de publicaciones de Alcalá de Henares, Madrid.
- TOMASELLA, M.S. (2011): “Belleza, higiene e indumentaria en el Antiguo Egipto”, *Creación y Producción en Diseño y Comunicación*, Año VII, Vol. 39, Ensayos sobre la Imagen. Edición VIII. Trabajos de estudiantes de la Facultad de Diseño y Comunicación, Buenos Aires: 111-114
- VANOYEKE, V. (2008): *Más Allá del Egipto Faraónico. Los verdaderos inventos de los egipcios*, Robinbook, Barcelona
- BAQUÉ, J. (s.f.): “Los ojos: Maquillaje y Medicina”, *Egiptomanía*, [blog], fecha de acceso: 26 de noviembre de 2014 <http://www.egiptomania.com/ciencia/maquillaje.htm>
-

Dibujando animales. Taller infantil de 4 a 8 años

José Luis González Suárez¹

Resumen

Trabajo destinado al desarrollo de un taller sobre pintura rupestre para niños de educación infantil (con apoyo) y de educación primaria (de 6 a 12 años).

Consta de una primera parte en la que se explica el contexto en el que se realizaron las pinturas elegidas además de algunas técnicas y materiales utilizados para su elaboración y los parámetros temporales en que se ejecutaron, y una segunda parte dedicada a la explicación y puesta en práctica de todo lo anterior a través de un taller con diferentes actividades.

Las representaciones elegidas corresponden al Paleolítico Superior y, en concreto, a las Culturas Solutrense y principalmente Magdaleniense, el espacio geográfico se limita a la cornisa cantábrica y a tres cuevas o conjuntos de cuevas (Tito Bustillo, Monte Castillo y Altamira) y las imágenes son, en todos los casos, figuraciones animales en colores rojo y negro.

El taller consta de las siguientes actividades: Introducción teórica en el aula por medio de paneles, presentaciones o cuentacuentos; La preparación del espacio de trabajo, es decir la cueva, con la «construcción» de las paredes y algo de iluminación; Obtención de colores, mezcla de pigmentos, aglutinantes etc. y finalmente la ejecución de pinturas de animales sobre plantillas y de forma libre en los «lienzos de piedra» elaborados previamente.

Palabras clave: Magdaleniense, pinturas rupestres, taller infantil, experimentación controlada

Abstract

The aim of this work is the development of a workshop about cave art, for children in Pre-school Education (with proper support), and Primary Education (6 to 12 years-old).

It is structured with a first part in which the context where the chosen paintings were done is explained, along with some of the techniques and materials used in their making, and the timeframe parameters when they were produced. The second part is devoted to the explanation and hands-on approach on everything previously explained, through a workshop with several activities.

The chosen paintings belong to the Upper Paleolithic, specifically to the Solutrean culture, and mainly the Magdalenian one. The geographical area is limited to the Cantabrian cornice, and to three caves or group of caves (Tito Bustillo, Monte Castillo and Altamira). Paintings are, in all instances, black and red figurative performances of animals.

The workshop includes the following activities: Theoretical introduction by means of panels, presentations or story-tellers; Work area preparation, i.e. the cave, with “construction” of the walls, and some lighting; colour fabrication, pigment mixing, binder, etc.; and finally, the animal paintings execution, either with templates or free style, upon the stone walls previously erected.

Keywords: Magdalenian, Tito Bustillo, Monte Castillo, Altamira, cave art, children’s workshop, controlled experiments.

INTRODUCCIÓN

A la hora de plantearme este trabajo he sopesado multitud de posibilidades, desde unidades didácticas para primaria a trabajos académicos para universidades, centros de interpretación o museos. Finalmente mis circunstancias personales y la posibilidad de experimentar en familia me han hecho decidirme por un taller infantil que intentaré sea didáctico pero, sobre todo divertido.

¹ Universidad Autónoma de Madrid. joseluis.gonzalezs@estudiante.uam.es

El planteamiento es sencillo, una primera parte histórica, más instruida y acorde a un trabajo universitario, pero sin llegar a la erudición, que explique el contexto en el que se producen las pinturas elegidas, las técnicas y materiales utilizados en su realización y los parámetros temporales en que nos movemos, y una segunda parte que dedicaré a la explicación y puesta en práctica de todo lo anterior a través de un taller con diferentes actividades.

Las representaciones elegidas corresponden en principio al Paleolítico Superior y en concreto a las Culturas Solutrense y, principalmente, Magdaleniense. Es decir, un periodo aproximado de nueve mil años entre el 17.000 y el 8.000 a.C. —variando según los estudios—; el espacio geográfico se limita a la cornisa cantábrica y a tres cuevas, o conjuntos de cuevas, concretas (Tito Bustillo, Monte Castillo y Altamira) y las imágenes son, en todos los casos, figuraciones animales en colores rojo y negro.

El taller consta de varias actividades: una primera introducción en el aula por medio de paneles, *PowerPoint* o cuentacuentos; una segunda consistente en la preparación del espacio de trabajo —es decir, la cueva—, con la realización de las paredes y la iluminación (donde incluiremos la preparación de lamparitas de barro); una tercera para la obtención de colores, mezcla de pigmentos, aglutinantes etc. y una cuarta con la que finalizaremos pintando animales sobre plantillas y de forma libre, pero siempre sobre nuestros “lienzos de piedra” que podremos conservar o destruir y que nunca llevaran a confusiones. En definitiva, cuatro actividades que concretaré más adelante.

DESARROLLO TEÓRICO

Algunos datos de la cultura magdaleniense

Desde el momento en que hace aproximadamente 18.000 años se fue dejando atrás de manera lenta y progresiva una de las fases de mayor frío de los últimos ciento ochenta mil años, el retroceso de las grandes masas de hielo y de las líneas de costa continentales dio paso a climas más húmedos y habitables (Fig. 1).

La banda costera de la cornisa cantábrica empezó entonces a mostrar un paisaje de tipo estepario-landa, con dominio de vegetación baja, bosques de pinos con algún abedul, y enebros en los valles interiores. Además, debieron existir algunos reductos de árboles caducifolios en laderas bien orientadas y más protegidas, al tiempo que se aprecia una

reforestación inicial en el Complejo Interestadial, especialmente después del 12.000 a.C., a base esencialmente de pinos y abedules y algunos pocos árboles más termófilos.



Figura 1: Localización de la cultura Magdaleniense y situación de las grandes masas de hielo a finales del Paleolítico

En este paisaje y a pesar de que los grandes mamíferos comenzaron a retirarse hacia latitudes más frías, la caza seguía siendo abundante: los caballos salvajes, renos, uros, cabras y bisontes formaban grandes manadas favorecidas por el tipo de vegetación y el grado de humedad existentes en el Alleröd, última oscilación templada antes del cuarto período glacial (Würm). Esta fauna terminará por constituirse en parte esencial de la dieta y de la economía de los núcleos poblacionales de cromañones descendientes de habitantes solutrenses acantonados en la Europa occidental durante el máximo glacial.

Con una tradición artística y una industria lítica característica del Paleolítico superior europeo, la cultura Magdaleniense debe su nombre al sitio tipo de La Madeleine, en el sudoeste de Francia, pero esta se expande progresivamente, aprovechando los pasos naturales dejados por el deshielo, desde su núcleo original en el suroeste francés, para desarrollarse, desde la costa atlántica portuguesa hasta las tierras interiores de la República Checa.

Constituida por poblaciones de cazadores-recolectores que vivían de manera seminómada, que habitaban cavernas, refugios de piedra o tiendas y que inhumaban a sus muertos bajo el hogar acompañados de sus adornos personales, las sociedades magdalenienses diversifican sus economías al tiempo que se complejizan rápidamente respecto a épocas anteriores. Esta economía tiene una serie de importantes consecuencias: las poblaciones comienzan a sedentarizarse, se aprovechan los recursos de un entorno favorecido por el clima que es capaz de proporcionar una gran variedad de alimentos y algunos excedentes, lo que tiene como consecuencia inmediata la aparición de algún tipo de comercio y un aumento de la población desconocido hasta el momento. Los núcleos poblacionales comienzan a estabilizarse, según las estaciones, en hábitats organizados cercanos a las cuevas pero también con construcciones ajenas a las mismas e independientes y toda esta complejidad social y organizativa tiene su reflejo en la variedad tipológica de unos útiles que también nos dan muestra de su notable riqueza cultural.

En el Magdaleniense la industria lítica sigue produciendo herramientas típicas del Solutrense y de periodos anteriores como perforadores, raspadores, buriles, puntas de

proyector y hojas, pero destacan notablemente nuevas armas como el propulsor y herramientas en hueso: agujas de coser, puntas de lanza, martillos y sobre todo arpones, que al tiempo que nos muestran una progresiva utilización de recursos más allá de la caza, como la pesca y la recolección, no dejan de ser una nueva muestra de la importancia de aquella.

La utilización del hueso de ungulados trabajado como herramientas —muchas veces decoradas— y como combustible, la importancia de sus pieles y, por supuesto, su carne, dan a cabras, ciervos, caballos, bisontes e incluso renos, una importancia trascendental en toda la cultura magdaleniense y concretamente en la Cornisa Cantábrica. Esta importancia se revela en sus representaciones artísticas tanto en las referentes al arte mueble como al arte parietal que será el objeto de nuestras actividades.

Un viaje por el arte rupestre paleolítico cantábrico

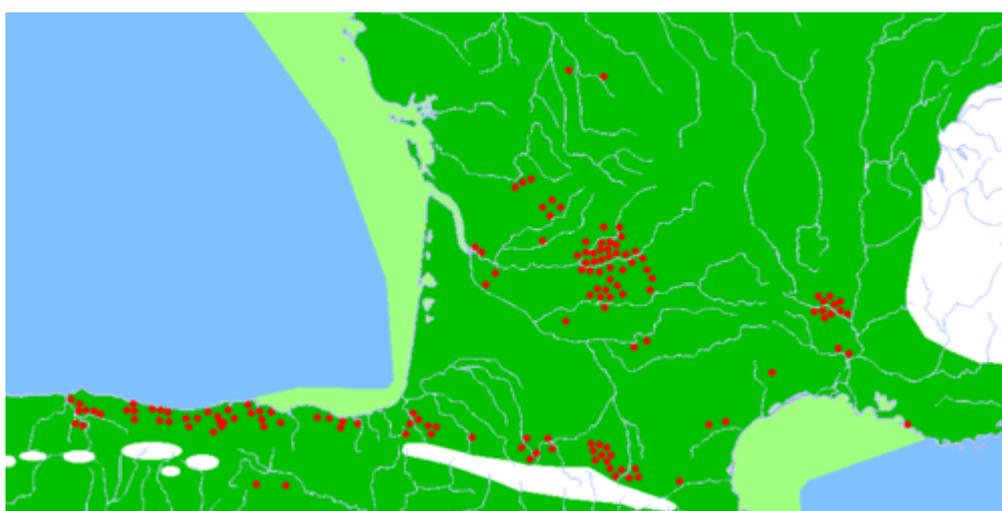


Figura 2: Área del arte franco-cantábrico (cultura Magdaleniense)

Yacimientos de arte rupestre en el área franco-cantábrica

El hallazgo de la pintura rupestre fue sin duda uno de los acontecimientos científicos más importantes de los siglos XIX y XX para disciplinas como la Historia, la Arqueología, la Antropología o el Arte, un descubrimiento tan asombroso que estuvo envuelto en la incredulidad y las descalificaciones de la comunidad científica durante mucho tiempo al considerar ésta imposible que las sociedades prehistóricas pudiesen realizar obras de tal perfección artística. Incredulidad que se transformó en evidencia cuando en 1902 el abate Breuil dio a conocer los grabados paleolíticos de Combarelles y se publicó el “*Mea culpa d’un sceptique*” de É. Cartailhac. Desde entonces otras muchas pinturas han sido descubiertas en diferentes áreas geográficas por todo el mundo y los estudios y análisis se han sucedido intentando descubrir las motivaciones de quienes la realizaron y las finalidades que se buscaban con su ejecución.

Las interpretaciones han sido muchas desde el siglo XIX. Desde la consideración estética o del “arte por el arte” defendida por autores como Lubbock o Cartailhac, a las interpretaciones totémicas de Frazer, Freud o Taylor. Desde las que atribuyen a la pintura

rupestre una función mágica y de ritos propiciatorios, defendida entre otros por el propio el abate Breuil, hasta las interpretaciones sexuales sostenidas, por ejemplo, por Leroi-Gourhan y seguramente todas ellas sean aplicables en mayor o menor medida. Pero lo cierto es que tanto el hecho de que la inmensa mayoría de estas obras se encuentran en rincones casi inaccesibles de profundas grutas únicamente al alcance de unos pocos, como el de la variedad tipológica representada de animales —no siempre relacionados con la dieta alimenticia y la caza—, hombres, mujeres y signos abstractos, podrían determinar que la pintura paleolítica apoyaba, al menos en muchos casos, algún sistema mítico o religioso que utilizaba las cuevas como santuarios y que estaría relacionado, por ejemplo, con rituales de fecundación.

En el área geográfica que nos ocupa, es decir la Cornisa Cantábrica, observamos un periodo coherente de unos 25.000 años de una representación artística sujeta a unos mismos cánones y evolución, que intentaré ejemplificar más tarde explicando la evolución pictórica en las tres cuevas ya mencionadas durante los años correspondientes al final del Solutrense y a la totalidad de la cultura Magdaleniense.

Centrándonos en lo que podríamos llamar “realismo rupestre”, observamos una evolución paralela en la pintura y el grabado del ámbito solutrense-magdaleniense que va desde las figuraciones esquemáticas monocromas y lineales, hasta la representación de animales completos donde la utilización de varios colores y de efectos de claroscuro es lo habitual. En el caso de nuestro trabajo podemos hablar de las tres últimas etapas del esquema de Leroi-Gourham para la cronología del arte Paleolítico. Un primer periodo arcaico o estilo III desde el 20.000 hasta el 15.000 a.C. —Solutrense medio y superior— de representaciones de animales monocromáticas en negro o rojo con los contornos bien delimitados; una segunda etapa, periodo clásico o estilo IV antiguo, entre el 15.000 y el 12.000 a.C. —coincidiendo con el Magdaleniense inferior— donde se introduce tanto el movimiento como la combinación del rojo y el negro en una misma representación; y un último periodo del 12.000 hasta el 8.000 a.C. coincidiendo con la finalización del Magdaleniense y conocido como estilo IV reciente, donde las representaciones se complejizan, adquieren volumen y perspectiva o “punto de vista único” y la gama cromática es mucho más extensa gracias a la incorporación del ocre y a la variación de tonalidades resultado de la mezcla de los tres colores.

Centrándonos en el arte rupestre paleolítico cantábrico, encontramos 82 estaciones descubiertas hasta el momento, en un espacio geográfico relativamente reducido, del denominado arte paleolítico occidental que incluye cuevas con representaciones fuera de la Península Ibérica, en Francia y en Italia. Como ya he mencionado anteriormente, en la mayoría de los casos se trata de un arte parietal realizado en zonas profundas y de difícil de acceso dentro de las cavernas, aunque también existen representaciones rupestres en las entradas de las mismas o en abrigo exteriores, pero en la mayoría de los casos los emplazamientos artísticos coinciden con hábitats del Paleolítico Superior que en la actualidad conservan yacimientos arqueológicos a la entrada de la cueva y paneles pintados en el interior.

En el área cantábrica la casi totalidad de estas estaciones se encuentran por debajo de los 200 msnm y en espacios cercanos a las costas que facilitasen la que hemos denominado economía de subsistencia en la que la caza se complementaba con actividades

pesqueras y la recolección de frutos característicos de zonas templadas como los de las rosáceas, moráceas, hayas y pinos.

En cuanto a los temas representados, aun estando dentro de la formalidad y globalidad artística del Paleolítico occidental, pueden indicarse algunas características propias del arte cantábrico frente al de las áreas de Perigord y Pirineos. En lo referente a nuestro taller; es decir, los temas animales y, principalmente la representación cuantitativa de las especies varía según las zonas, de tal forma que, en la que nos ocupa, los mayores porcentajes de animales representados corresponden a los cérvidos, seguidos de los caballos y de los bóvidos —bisontes y uros— sin prácticamente ninguna representación de animales de clima frío como el mamut o el rinoceronte lanudo.

En lo referente a técnicas y estilo, el Paleolítico occidental mantiene cierta homogeneización en todos sus territorios que no varía en la zona cantábrica, encuadrándose la mayoría de sus conjuntos artísticos en el estilo IV de Leroi-Gourhan. Sobre 277 representaciones, 261 pertenecen a diferentes etapas magdalenienses y sólo 11 al Solutrense.

De Tito Bustillo a El Castillo pasando por Altamira: seis representaciones, tres cuevas



Figura 3: Mapa de situación de las cuevas

Situando un límite en el sector este de Cantabria, las representaciones elegidas para nuestro taller y las cuevas a las que pertenecen, se corresponderían con el arte cantábrico occidental, con algunas características diferenciadoras respecto a la zona oriental (Fig. 3).

La primera de las diferencias sería la continuidad en la utilización como hábitat de muchas estaciones con arte parietal en la zona occidental, que da como resultado una superposición de técnicas y estilos, que combinan signos parietales —quizás indicativos de características étnicas y culturales propias favorecidas por un asentamiento más intenso que en el área oriental— y representaciones realistas según la fase de utilización del yacimiento, algo que no se produce prácticamente en la zona oriental de la Cornisa Cantábrica, con mayor movilidad y tránsito de poblaciones. La segunda diferencia estriba, atendiendo a factores paleoecológicos, en la variedad de especies representadas y sus porcentajes que, como ya he mencionado, varían según la zona.

Tito Bustillo

Descubierta en 1968 por el grupo espeleológico Torreblanca, la cueva de Tito Bustillo se encuentra en el macizo de Ardines, en las proximidades de Ribadesella (Asturias). Esta cueva, que forma parte de otro conjunto de estaciones con resto de habitación paleolítica y donde a partir de las excavaciones de A. Moure Romanillo en 1972 se encontraron numerosas herramientas de sílex y hueso como arpones y azagayas, tiene en sus 800 m de largo doce conjuntos de paneles pintados y grabados con todas las características del arte parietal del Paleolítico asturiano —naturalismo, policromía, animales como tema principal, representados de forma individual sin formar escenas y ejecutadas en lugares de difícil acceso—, realizados desde el 25.000 a.C. hasta el 10.000 a.C. y dispuestos en tres espacios: la sala de los caballos, la de las vulvas y la de los antropomorfos.

La pintura que hemos elegido de esta cueva se encuentra en la sala de los caballos, tras un recodo de la antigua entrada —hoy la cueva se recorre en sentido inverso— donde no llegaba la luz natural, en el denominado sector oriental (Fig. 4). Forma parte del panel principal y es la figura de un caballo completo, el más representativo de Tito Bustillo. La cabeza, el pecho y la crinera aparecen realizados en pintura negra, mientras que el resto del cuerpo está grabado en trazo simple único, repetido en cuartos traseros y vientre. La cabeza es más grande de lo que le correspondería al cuerpo, por lo que se puede considerar que el cuerpo es un añadido posterior de la representación. La crinera, además de las dos líneas, presenta entre ellas una serie de trazos perpendiculares.²



Figura 4: Cabeza de caballo, panel central, Tito Bustillo

Cuevas de Monte Castillo

El conjunto de Monte Castillo, lo componen un total de nueve cuevas, entre las que se encuentran la de El Castillo, la de Las Chimeneas, Las Monedas, La Flecha o La Pasiega entre otras, que se encuentran a 1,5 km de Puente Viesgo (Cantabria).

Fueron descubiertas en 1903 por Don Hermilio Alcalde del Río, director de la Escuela de Artes y Oficios de Torrelavega. A partir de 1910 comienzan las primeras excavaciones dirigidas por H. Obermaier que tras diversas interrupciones fueron reanudadas en los años 70, continuando hasta la actualidad y en las que ha quedado demostrada una ocupación humana del conjunto durante 15.000 años, hasta la Edad de Bronce. En el yacimiento exterior de la cueva de El Castillo, con 27 niveles, fue en el

² Descripción obtenida en <http://www.asturnatura.com/turismo/cueva-de-tito-bustillo/1297.html>

primero en el que se demostró empíricamente la secuencia industrial del Paleolítico europeo y la coexistencia de *Homo neandertalensis* y *Homo sapiens sapiens*³.

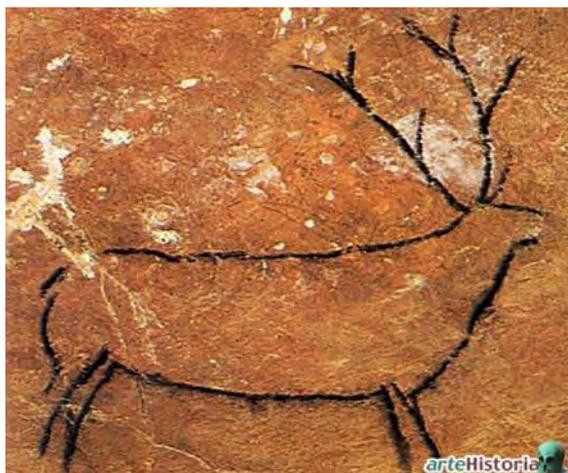


Figura 5: Ciervo en la cueva de Las Chimeneas (Monte Castillo)

El conjunto ofrece una amplia variedad de arte rupestre del Paleolítico Superior con representaciones rígidas pero muy expresivas de más de 150 figuras animales, entre los que encontramos representados ciervos, bóvidos, caballos, un pequeño mamut además de signos de diversa naturaleza —unas 300 pinturas rupestres solo en la cueva de El Castillo— La variedad de temas estilos y técnicas, utilizadas durante un periodo aproximado de 25.000 años, permitió a Henri Breuil establecer la primera secuencia temporal del arte Paleolítico en España.

Las representaciones elegidas para nuestro taller son pinturas monocromas en negro o rojo, de estilo IV antiguo y reciente (Figs. 5 y 6).

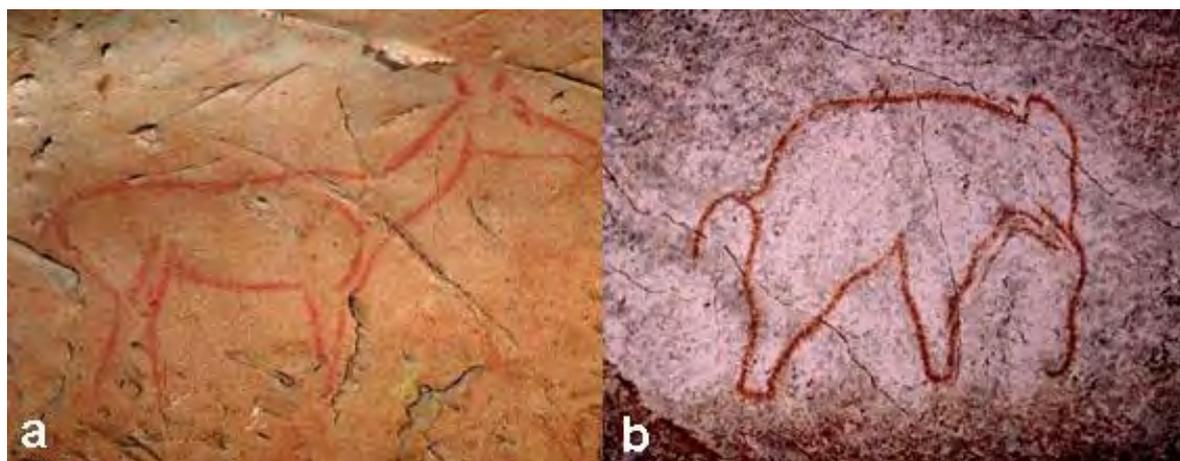


Figura 6: a. Cierva de la cueva de la Pasiega; b. Elefante (mamut) de la cueva de El Castillo (ambas en Monte Castillo)

Cueva de Altamira

Situada en el municipio de Santillana del Mar, al oeste de Santander, fue descubierta de forma casual en 1879 por M. Sanz de Sautuola, su descubrimiento fue en su momento, como ya he comentado, origen de áridas discusiones científicas sobre su autenticidad, pero

³ Según estudios de Victoria Cabrera y Federico Bernardo de Quirós.

hoy en día es sin duda uno de los ejemplos más destacados y sorprendentes del arte universal.

Durante un recorrido de unos 270 metros nos encontramos con varias salas, todas con pinturas y grabados paleolíticos, destacando la sala del techo de los policromos con grandes representaciones de caballos y bisontes que miden entre 125 y 1770 cm o la gran cierva de más de 2 m. Aunque la cueva fue habitada ya durante el Solutrense, las representaciones parietales fueron hechas entre el 15.000 y el 12.000 a.C., en época Magdaleniense, con pinturas ocre de origen natural y contornos en negro, donde aprovechando en muchas ocasiones las irregularidades de la roca nos encontramos ya con la tridimensionalidad, el naturalismo, la abstracción y el abandono de la silueta simple para representar bisontes, ciervas, toros o caballos además de signos y máscaras zoomorfas.

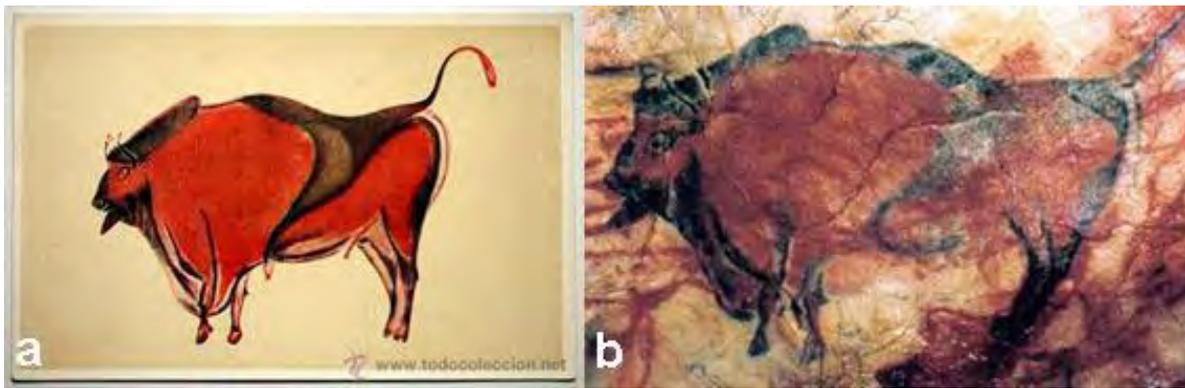


Figura 7: Reproducción (a) y original (b) de bisonte de la gran sala de policromos de Altamira

Para nuestro taller crearemos plantillas sobre copias en lámina para que los niños rellenen la figura. Corresponderían a la tercera fase del mismo y, por tanto, a la más complicada. Estas son las representaciones elegidas y las láminas de las que obtendremos el contorno (Figs. 7 y 8).

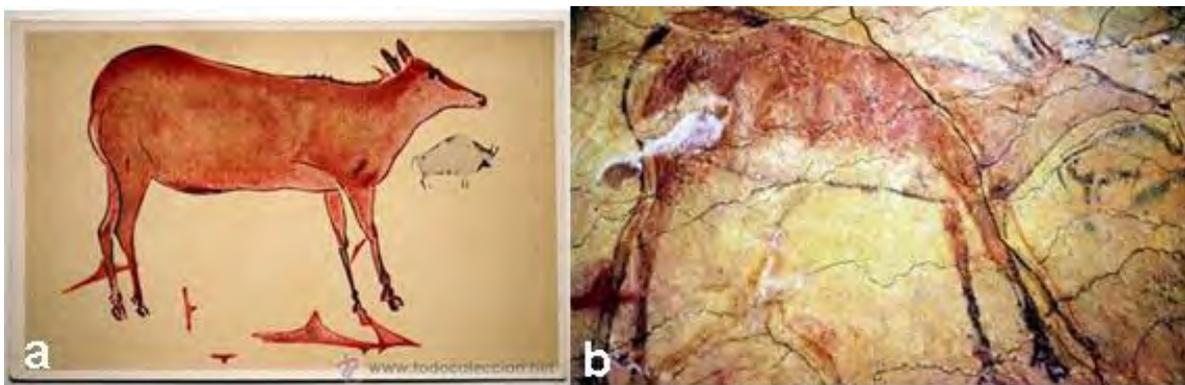


Figura 8: Reproducción (a) y original (b) de la cierva de la Gran sala de policromos de Altamira

Materiales y técnicas

Los primeros pintores realizaron sus obras bajo la luz de antorchas vegetales o lámparas de grasa que producían sombras y luces móviles, la composición espacial de sus representaciones venía determinada por las condiciones materiales donde se realizaban, es decir las paredes de las cuevas. Esta es una de las características técnicas del arte rupestre, la utilización de las formas naturales de las rocas y las paredes de las cuevas como parte

integrante de la obra —en ocasiones incluso detalles como los ojos son pequeños minerales de sílex incrustados en la roca—.

En muchas ocasiones, como en Altamira, a la pintura le precede el grabado con buriles del contorno de la representación, que el artista pinta de negro con carbón vegetal, para posteriormente rellenar la figura con colorantes naturales a base de óxidos minerales —normalmente derivados del hierro y del manganeso— y de tierras y carbones vegetales, de tonos rojos, ocre, negro y amarillos con una amplia variedad en las graduaciones del color. Se aplicaban con lapicero, pinceles de pelo de animal, trozos de cuero, espátulas, los dedos de las manos o el aerógrafo, entre otros, y usando como aglutinantes materiales diversos que iban desde el agua hasta la sangre, utilizándose también grasa animal, yema de huevo, resinas, jugos vegetales e incluso cola de pescado.

Las técnicas en la aplicación de estas pinturas también variaban y, aunque el trazo continuo es lo más usual, también empleaban la tinta plana —aplicación uniforme de un color— o el tamponado —puntos o rayas consecutivas a forma de relleno de las representaciones—.

Estas son algunas características que dotan al arte parietal paleolítico de excepcionalidad junto con otras muchas, como el difícil acceso en muchas ocasiones a los lugares donde las obras de arte rupestre están representadas, la dificultad de percibir el ángulo de las imágenes que el artista pretendió al realizarlas, los espacios estrechos con techos muy altos que precisaban andamios —Lascaux—, o muy bajos para las representaciones de proporciones reales —la cierva de Altamira—, la intencionalidad de las interpretaciones y un largo etcétera.

DESARROLLO PRÁCTICO

El taller

- Destinatarios (nivel educativo): Educación infantil (con apoyo); Educación primaria (de 4 a 8 años).
- Objetivos: *Dibujando animales*, pretende ser una manera divertida de **descubrir** cómo era el mundo donde vivían los pintores del Paleolítico, de **admirar** algunas de las pinturas rupestres de animales de la Cordillera Cantábrica con ojos de artistas, de **conocer** a través de la participación y de la creatividad, algunas de las técnicas, pigmentos, iluminación, etc. empleadas en su realización y de **tomar conciencia** de la importancia de experimentar de forma controlada y en espacios que no puedan llevar a errores de interpretación. También fomentaremos habilidades como el desarrollo de la psicomotricidad gruesa y fina, la atención y el aprendizaje cooperativo.

Para conseguirlo realizaremos una serie de actividades que nos lleven a la recreación aproximada de una cueva y un entorno realistas, para la posterior reproducción con los dedos y en un “lienzo de piedra” de algunas representaciones, previamente elegidas, del arte cantábrico occidental.

Estas representaciones han sido elegidas con base en un parámetro temporal y de estilo que tendremos en cuenta a la hora de reproducirlas, según la edad de los participantes. Las pinturas de Tito Bustillo y Monte Castillo, representaciones animales monocromáticas en rojo o negro con contornos bien delimitados, las utilizaremos para los más pequeños; las de Altamira, que introducen movimiento y combinación de colores, serán para los mayores.

Descripción y desarrollo:

Primera actividad: sobre el material teórico expuesto en la primera parte de este trabajo, se realizará una introducción histórica previa fundamental para que los participantes puedan entender y conocer el contexto en el que se realizaron estas pinturas—entorno geográfico, parámetros temporales, sociedades— además de los materiales y las técnicas empleados en los orígenes del arte. Para esto, en la realización de este trabajo, yo utilizaré una serie de láminas a modo de paneles que podrían ser expuestos en el lugar en que se realice el taller, pero que también podría exponerse con material audiovisual o con cuentacuentos.

Segunda actividad: de la misma forma que es importante no experimentar con la producción de lascas en espacios abiertos sin su posterior recogida, lo es también el no hacerlo con este tipo de pintura en paredes naturales o en espacios abiertos, para la conservación del patrimonio y por la importancia del hallazgo. Por este motivo crearemos nuestros propios soportes sobre materiales que nos permitan reproducir paredes de grutas lo suficientemente grandes para poder realizar un mural de pintura parietal en grupo. También prepararemos plantillas de las representaciones elegidas con hojas de acetato, en la cuarta actividad las dispondremos en el mural y podremos conseguir reproducciones “casi exactas”.

Tercera actividad: aquí prepararemos todos nuestros materiales para pintar: pigmentos, arcillas, carbones que mezclaremos con diversos aglutinantes. Además aprovecharemos restos de estos materiales para trabajar un poco de arcilla y preparar la iluminación de nuestra cueva.

Cuarta actividad: se dispondrá la cueva y ¡todos a pintar!

Contenidos a trabajar:

- Cómo era la vida y el entorno de nuestros antepasados en el Solutrense y Magdaleniense.
- La cueva como soporte y la experimentación controlada, la responsabilidad.
- La pintura rupestre. Colores, pigmentación y aglutinantes naturales, su preparación.
- Técnicas, herramientas y tipología de la representación de animales en el arte rupestre.

Algunos objetivos didácticos:

- Facilitar a los participantes la comprensión histórica del porqué del arte parietal en la Cultura Magdaleniense, de la representación de animales y de la similitud,

a pesar de la distancia temporal, entre sus necesidades y su forma de vida y las nuestras.

- La importancia de valores como la sostenibilidad del medio natural o la importancia del hallazgo.
- El desarrollo de la creatividad y de la autonomía infantil con la creación de sus propios materiales y herramientas para pintar.
- Promover el aprendizaje por descubrimiento y cooperativo.
- Desarrollo de habilidades manuales (psicomotricidad gruesa y fina).
- La importancia del patrimonio y su conservación.

Primera actividad: introducción histórica

¿CUÁNDO SUCEDIÓ TODO?

Si imaginan la historia de la Tierra como un reloj, los seres humanos aparecieron poco antes de las doce

- Entre el 17.000 y el 8.000 a.C.
- 20.000 años parece mucho tiempo, pero lo cierto es que si la Historia de la Tierra se explicase en un reloj, las pinturas estudiadas habrían sido realizadas un poquito antes de las 12 de la noche.

¿DÓNDE FUE?

- Muy cerca de donde vivimos, en el norte de España, en las provincias de Asturias y Cantabria.

¿QUIÉNES FUERON, ERAN ESPAÑOLES?



- No, todavía no existían los países, eran grupos de familias (clanes), que vivían en un mismo sitio, repartiéndose las tareas para poder vivir y que según el tiempo en que vivieron y las cosas que realizaban, nosotros los encuadramos en culturas.

- Nuestros pintores pertenecían a las **culturas Solutrense y Magdaleniense**

¿CUÁLES ERAN ESAS TARÉAS, QUÉ COSAS HACÍAN, CÓMO VIVÍAN?



- A veces vivían en cuevas, pero también lo hacían en refugios de piedra y en tiendas.

- Para comer recogían frutos, pescaban y sobre todo cazaban animales, como ciervos, caballos salvajes, bisontes y algunos otros que ya no existen como bisontes y algún mamut.

- Para todas estas cosas fabricaban sus propias herramientas con piedras y huesos como arpones para pescar, puntas de proyectiles para cazar, agujas para coser las pieles y adornos personales como collares.

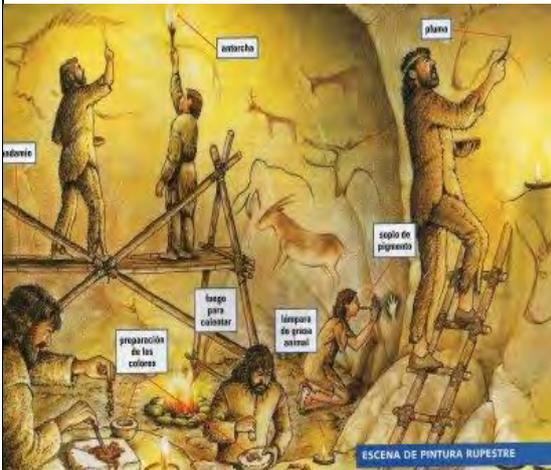
- También intercambiaban objetos, enterraban a sus seres queridos cuando morían, hacían instrumentos de música y pintaban.

¿DÓNDE PINTABAN, POR QUÉ LO HACÍAN?



- Aunque a veces pintaban en lugares abiertos o a la entrada de las cuevas, casi siempre lo hacían dentro de las grutas en lugares donde era difícil llegar y con poca luz.
- Todavía no sabemos seguro por qué pintaban, hay gente que piensa que es porque les gustaba pintar y las cosas bonitas, otros creen que tiene que ver con su «religión» o con las cosas en que creían y otros dicen que lo hacían para ayudarles a cazar, porque pensaban que si dibujaban primero al animal con flechas, por ejemplo, luego cazarlo sería más fácil.

¿Y CÓMO PINTABAN?



- Muchas veces aprovechaban las formas de la piedra para hacer sus pinturas y que pareciesen más reales.
 - Podían construir andamios para llegar más alto y se iluminaban con antorchas y lámparas de grasa que sacaban de los animales que cazaban.
 - Para los colores utilizaban carbón, arcilla y polvo de minerales que mezclaban con yema de huevo, agua, resina de los árboles y otras muchas cosas.
- Estos colores los extendían con pinceles de pelo animal, con trozos de cuero, soplando la pintura con la boca y un tubito (aerógrafo) y directamente con los dedos.

Segunda actividad: mural de piedra y plantillas



Materiales utilizados para hacer la pared de nuestra cueva:

- Papel kraft y tijeras.
- Temperas o acuarelas (se pueden usar ambas).
- Agua.



Proceso:

1º- Recortamos una pieza de papel kraft con las dimensiones necesarias para nuestro mural y la arrugamos (hacemos una pelota).



2º- Mezclamos tempera, acuarela o ambas con bastante cantidad de agua y buscamos la combinación de colores que se adecúen a lo que buscamos (negros, marrones, amarillos, rojos, etc.)



3º- Aplicamos con pinceles la mezcla sobre la pieza de papel que hayamos preparado, volvemos a arrugarla, extendemos y secamos.



Tras varias pruebas de colores, este es el lienzo de piedra que hemos elegido.



Materiales para las plantillas sobre las que hemos trabajado:

- Láminas plastificadas de las representaciones elegidas.
- Hojas de acetato.
- Rotulador permanente de punta gruesa.
- Cúter.
- Clips.



1º- Colocamos una hoja de acetato sobre una lámina plastificada, sujetamos con clips para que no se mueva y con el rotulador permanente calcamos con trazos gruesos la imagen.



Así es como queda entonces la hoja de acetato.



2º- Recortamos con el cúter los trazos negros y la plantilla queda lista para trabajar.

Tercera actividad: colorantes, aglutinantes y un poquito de iluminación



Finalmente hemos elegido:

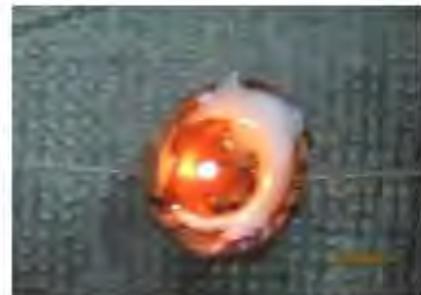
- 1- Pigmentos minerales aglutinados con agua.
- 2- Pigmentos minerales aglutinados con yema de huevo y grasa animal
- 3- Arcilla y carbón vegetal mezclados con manteca de cerdo.



Con la arcilla que nos ha sobrado moldeamos bolitas con el pulgar y hacemos recipientes para velas.



También recuperamos parte de la grasa y la manteca de cerdo con las que rellenamos los recipientes y les ponemos un trocito de cuerda a forma de mecha.



b. Pigmento amarillo con yema de huevo



c. Carbón vegetal con agua, etc.

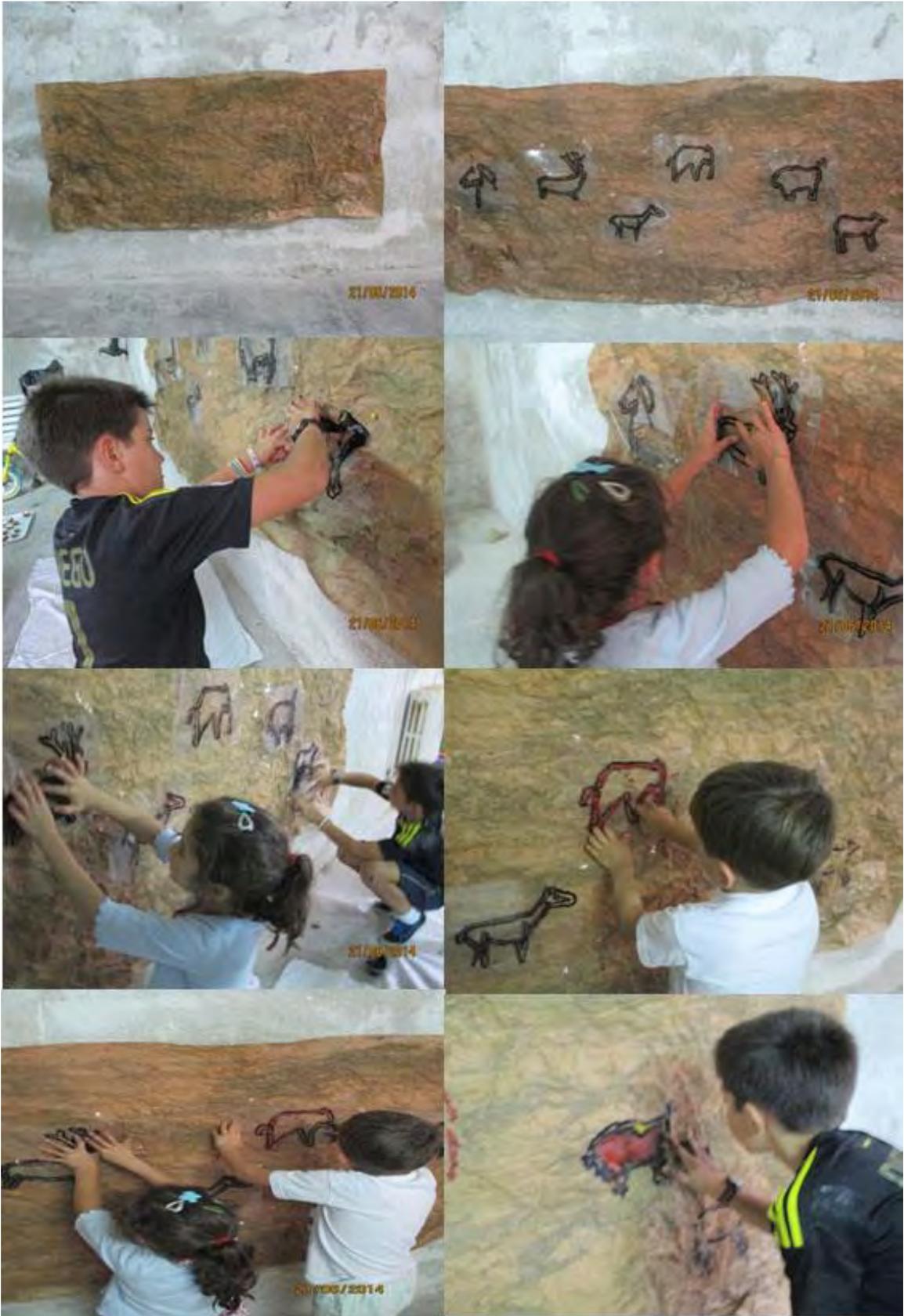
Cuarta actividad: ¡todos a pintar!

Con todo el material preparado en la segunda y tercera actividad preparamos la cueva (en nuestro caso es un sótano pero podría ser un aula o cualquier otra habitación), colocamos el lienzo, las plantillas, la iluminación y... ¡todos a dibujar!

El tiempo empleado en la realización del taller ha sido extenso (prácticamente un día), por lo que en un taller organizado y con varios monitores sería conveniente la rotación de actividades a partir de la segunda, es decir, mientras unos preparan el lienzo otro grupo prepara materiales y otro dibuja en un soporte previamente preparado. Los niños pasarían por todas las actividades usando los soportes realizados por el grupo anterior.

Ante la imposibilidad de poner en práctica todas las técnicas sin transformar la diversión en agotamiento, en nuestra práctica sólo hemos utilizado las plantillas y hemos pintado con la mano, pero se podría utilizar también herramientas como pinceles y aerógrafos y pintar con estilo libre.

Este ha sido el resultado:





CONCLUSIONES

La conclusión básica y más importante sería, que un trabajo concebido en un principio como puramente teórico, se ha ido transformando de forma progresiva en otro experimental o al menos práctico. La colaboración de los participantes —en este caso mis hijos— y preguntas como “¿vamos a pintar a la montaña?” o “¿cómo veían dentro de las cuevas?” me hacían ir añadiendo actividades constantemente a la idea original. Al final el taller y al mismo tiempo el trabajo, se han extendido más de lo previsto y aun así hemos cometido errores que se habrían solucionado con más experimentación y con más tiempo. La iluminación ha sido nuestro mayor problema, de una gran cantidad de lámparas solo conseguimos algunas de larga duración, pero este verano perseveraremos y conseguiremos buenos resultados. Por el contrario, las mezclas de colorantes, aglutinantes y el resto del taller han sido un éxito “experimental”.

En cualquier caso la experiencia en conjunto ha sido muy divertida y gratamente satisfactoria y, aunque nosotros hemos invertido mucho tiempo en su elaboración y puesta en práctica, creo que sería un taller perfectamente aplicable en ámbitos de enseñanza, exposiciones temporales, museos, centros de interpretación, etc., donde se dispusiese de más medios, sobre todo de personal educativo y monitores.

Agradecimientos



Diego González Fernández – 9 años.

Marta González Fernández – 6 años.

Álvar González Fernández – 4 años.

Con la inestimable colaboración con la cámara de fotos, la preparación del taller y el control de fieras de:

María Fernández Ortiz – Pedagoga de edad secreta.

Jorge González Fernández – 9 meses, no ha podido participar aunque lo intentaba.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ACADEMIC (2000): “Magdaleniense, cultura”. *Enciclopedia Universal*. [Entrada wiki]. Fecha de acceso 1 de junio de 2014.
http://enciclopedia_universal.esacademic.com/158448/magdaleniense,_cultura
- ADRIANA LAURA (2013): *Imitación piedra con papel misionero* [Video]. 5 de enero de 2013. Fecha de acceso 30 de mayo de 2014.
http://www.youtube.com/watch?v=RmHg8d1v_L0
- ARTEHISTORIA PROYECTOS DIGITALES, S.L. (s.f.): *Artehistoria*. [Sitio web]. Fecha de acceso 17 de junio de 2014.
<http://www.artehistoria.jcyl.es/v2/monumentos/34.htm>
- ASTURNATURA D.B. (s.f.): “Cueva de Tito Bustillo”. *Asturnatura.com*. [Sitio web]. Fecha de acceso 17 de junio de 2014. <http://www.asturnatura.com/turismo/cueva-de-tito-bustillo/1297.html>
- BERNALDO DE QUIROS, F. (1987): “El mundo del arte rupestre paleolítico”. *Revista de Arqueología*. Arte rupestre en España 93: 22-29.
- CANTABRIA JOVEN S.L. (s.f.): “Cuevas Prehistóricas”. *Cantabria Joven.com*. [Sitio web]. Fecha de acceso 29 de mayo de 2014.
http://www.cantabriajuven.com/cuevas/puente_viesgo.html
- CENTRO DE ARTE RUPESTRE TITO BUSTILLO (s.f.): “La sociedad Magdaleniense”. Tito Bustillo Centro de Arte Rupestre. [Sitio web]. Fecha de acceso 1 de junio de 2014.
<http://www.centrotitobustillo.com/2/la-cueva/22/la-sociedad-magdaleniense.html>
- COLORADO CASTELLARY, A. (1991): *Introducción a la historia de la pintura. De Altamira al Guernica*. Madrid: Síntesis.
- CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTE, PRINCIPADO DE ASTURIAS (s.f.): “Paleolítico. Cueva de Tito Bustillo”. *Yacimientos Arqueológicos del Principado de Asturias*. [Sitio web]. Fecha de acceso 30 de mayo de 2014.
<http://tematico.asturias.es/cultura/yacimientos/titobustillo.html>
- EDUCARQ (2009): “Taller de Arte rupestre”. EducARQ. [Sitio web]. Fecha de acceso 19 de junio de 2014. http://www.educarq.es/educarq_ta1.html
- I.E.S. CIUDAD DE HARO (s.f.): “Arte rupestre franco-cantábrico. Paleolítico superior”. [Sitio web]. Fecha de acceso 3 de junio de 2014.
http://www.cossio.net/actividades/pinacoteca/p_01_02/altamira.htm
- LÓPEZ, J. (2012): “Culturas de Paleolítico: el Magdaleniense”. *Sabidurías de las culturas antiguas*. [Entrada en blog]: 14 de marzo. Fecha de acceso 30 de mayo de 2014.
<http://asiahistoria.blogspot.com.es/2012/03/culturas-de-paleolitico-el.html>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (s.f.): “La cueva de Altamira”. *Museo de Altamira*. [Sitio web]. Fecha de acceso 3 de junio de 2014.
http://museodealtamira.mcu.es/Prehistoria_y_Arte/la_cueva.html
- MOURE ROMANILLO, A. (1987): “Introducción al arte rupestre paleolítico cantábrico”. *Revista de Arqueología*: 92: 30-37.
- RAMÍREZ, J.A. (1989): *Arte prehistórico y primitivo*. Madrid: Anaya.
- TAZÓN, F. (1996): “Cuevas de Puente Viesgo”. *Rutas por Cantabria y Picos de Europa*. [Sitio web]. Fecha de acceso 17 de junio de 2014.
<http://www.rutasporcantabria.com/cuevas-de-puente-viesgo.php>
-

Corte sobre madera con herramientas líticas

Carlos Hernández Poza¹, Jesús María Sanz del Corral² y Noelia Fernández Isidro³

Resumen:

El presente trabajo pretende conocer las fases de elaboración de las primeras lanzas de madera durante el Paleolítico, analizando distintos modelos de fabricación.

Palabras clave: lanzas, paleolítico, madera, utillaje lítico

Abstract:

This work focuses on the manufacturing stages of the first wooden spears during the Paleolithic, by experimentation of several procedures.

Keywords: spears, Paleolithic, wood, stone tools

INTRODUCCIÓN

La aparición de las lanzas de madera datadas en el Paleolítico Medio no ha registrado una herramienta directamente implicada en su fabricación. El presente trabajo parte del interés por conocer las fases primeras de elaboración de las primeras lanzas de madera durante el Paleolítico. Para ello partimos de los siguientes propósitos: 1) Describir los materiales y métodos utilizados en los experimentos de corte de una rama de árbol. En este caso de arce. 2) Discutir los efectos del corte, en base a la pieza cortante utilizada. 3) Presentar los resultados obtenidos de la experimentación de corte con herramientas líticas. 4) Evaluar la cantidad y calidad del trabajo realizado con una pieza u otra.

CONTEXTO

Las piezas de madera de cronología paleolítica son algo excepcional. Hasta hace poco solo se conocía el caso de la lanza de Lehringen, Niedersachsen (Fig. 1), utilizada hace unos 120.000 años para cazar las especies de elefante del bosque. Pero el descubrimiento reciente de seis lanzas de madera en un yacimiento datado hace unos 400.000 años, en Schöningen, Alemania (Fig. 2), viene a confirmar la capacidad para preparar puntiagudas herramientas para la caza, aplicando técnicas específicas como el golpeo, el pulido o el raspado de la madera. La conservación de las lanzas de Schöningen, puede deberse a que, al igual que los huesos encontrados con ellas, quedaron rápidamente cubiertas de sedimentación a la orilla de un lago, en un zona donde gozaron de estabilidad del grado de humedad del suelo así como ausencia de aire.

1Universidad Autónoma de Madrid. (UAM). jesusmaria.sanz@estudiante.uam.es

2Universidad Autónoma de Madrid. (UAM). carlos.hernandezp@estudiante.uam.es

3 Universidad Autónoma de Madrid (UAM). noeliafdi25@gmail.com

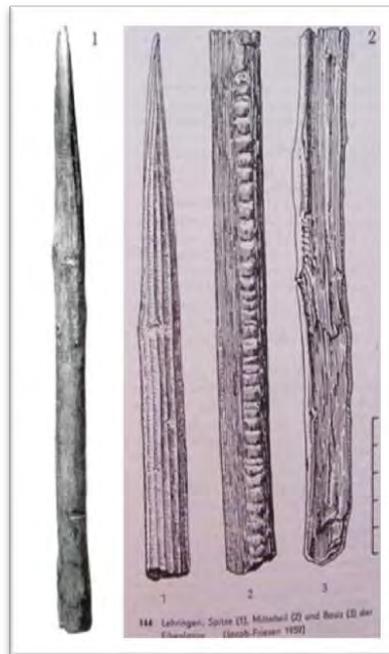


Figura 1: Lanza de Lehringen



Figura 2: Lanza de Schöningen

METODOLOGÍA

El trabajo ha sido realizado en el Laboratorio de Arqueología Experimental de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Madrid. Para la realización de la experimentación de corte en madera con herramientas líticas, hemos decidido utilizar varios elementos (Fig. 3).

En primer lugar necesitábamos una rama de una especie arbórea que hubiesen podido utilizar los homínidos durante el Paleolítico para elaborar estas lanzas. Al no poder disponer de tejo por encontrarse protegido por la legislación actual vigente, hemos optado por ramas de arce recién cortadas. Las ramas de arce obtenidas miden aproximadamente unos 167 cm de largo, y 4,6 cm de circunferencia. En segundo lugar, las herramientas líticas para ejercer el corte en la madera las hemos elaborado en el mismo laboratorio, a partir de núcleos de sílex pertenecientes al mismo (Fig. 4). Estas herramientas líticas fueron las siguientes: un bifaz (Fig. 5.a), una raedera, y un cepillo (Fig. 5.b). También para medir los restos de madera que se desprendían con cada golpe hemos utilizado una báscula de precisión prestada por el Laboratorio de Química- Física de la Universidad Autónoma de Madrid. Los fragmentos que se desprendían de la rama

los hemos pesado a los 50 golpes, a los 100 golpes, a los 200 golpes, y hasta la rotura, o bien un máximo de 500 golpes.



Figura 3. Materiales utilizados para la experimentación de corte en madera. A la derecha las herramientas líticas. En la parte inferior las ramas de arce



Figura 4: Bloques de sílex



Figura 5: Bifaz (a) y cepillo (b) elaborados y utilizados en la experimentación

EXPERIMENTACIÓN

El objetivo del experimento es ver qué utensilio sería el más idóneo para cortar una rama de pino y en cuantos golpes. Se trata de cortar una zona de la rama y trabajar en esta zona. Para que el experimento fuera más aproximado a la realidad, hemos decidido no avivar los filos de las herramientas, ya que de esta manera se puede observar el desgaste producido en los distintos utensilios. La finalidad del experimento era la de romper la rama en cuestión, como terminó ocurriendo con el bifaz o el cepillo, o la de llegar a los 500 golpes como ocurrió con la raedera, con la que no se terminó de seccionar la rama.

Corte de madera de arce con herramienta lítica de bifaz

La madera en ese momento estaba blanda y un poco húmeda. Al principio observamos que genera más residuo en los primeros golpes, debido a la corteza. En los primeros 50 golpes se ha perdido bastante residuo a simple vista, algo que constatamos mejor después al medir estos residuos en la báscula. En los siguientes 50 golpes parece que se ha generado menos corteza. En los siguientes 100 golpes se ha generado menos residuo, ya que hemos pasado de la corteza a la zona interior de la madera. El bifaz finalmente terminó seccionando la rama a los 446 golpes. Las imágenes que hemos tomado de los golpes en bifaz son las siguientes (Figs. 6-10):



Figura 6: Rama de arce tras los primeros 50 golpes con bifaz



Figura 7: Rama de arce tras 100 golpes con bifaz



Figura 8: Rama de arce con 200 golpes con bifaz



Figura 9: Rama de arce a los 446 golpes con bifaz



Figura 10: Estado final del bifaz tras 446 golpes

Corte de madera de arce con herramienta lítica denominada cepillo

La rama de arce se rompe a los 483 golpes con el cepillo. Las imágenes que tomamos del trabajo con el cepillo son las siguientes (Figs. 11-13):

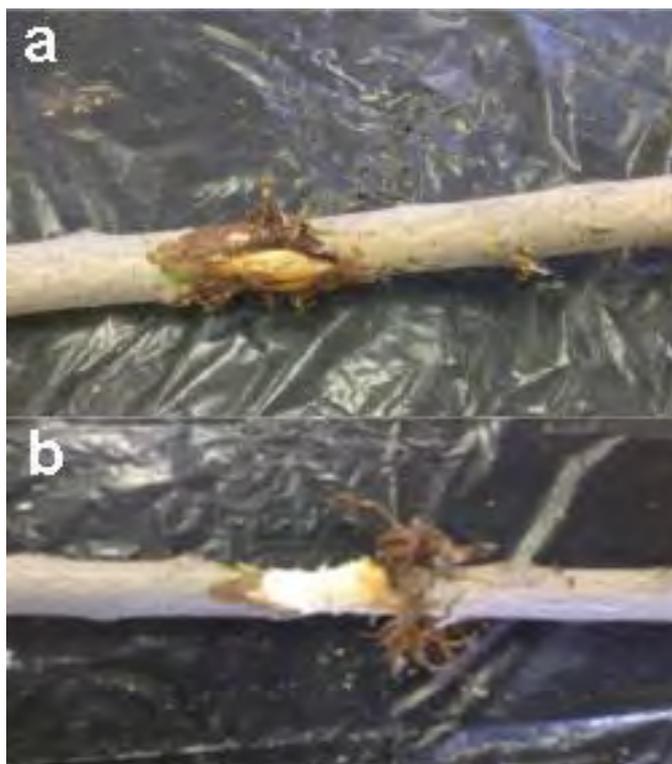


Figura 11: Rama de arce tras 50 (a) y 300 (b) golpes de cepillo



Figura 12: Rama de arce en el momento de su rotura a los 483 golpes



Figura 13: Estado del cepillo tras los 483 golpes. Se observa un gran desgaste

Corte de madera de arce con herramienta lítica de raedera

La rama de arce no terminó de romperse después de 500 golpes. En ese momento dimos por finalizado el experimento. Las imágenes tomadas del corte de la madera con la raedera son las siguientes (Figs. 14-15):

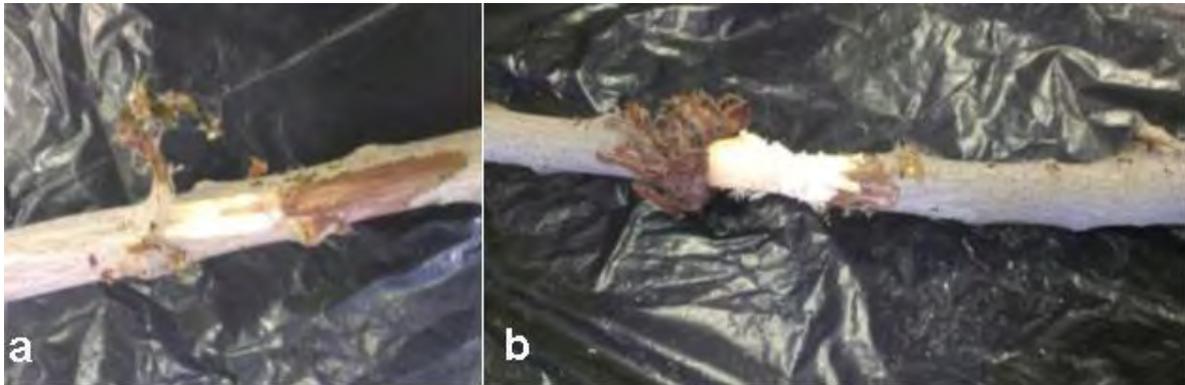


Figura 14: Estado de la rama de arce tras 50 (a) y 500 (b) golpes con raedera. Como se observa no se rompió



Figura 15: Estado de la raedera al acabar el experimento

Golpes	Bifaz	Cepillo	Raedera
50	3,6	2,4	2,4
100	5,5	4,6	2,1
200	2,2	7,3	2,5
300	3,1	9,4	2,1
500	3	1,9	2,5
TOTAL	17,4	11,3	11,6

Tabla1: Evolución del experimento

CONCLUSIÓN

Somos conscientes de que no es un experimento en sentido estricto, debido a la inexperiencia de los participantes en el experimento. A pesar de lo anteriormente expuesto, sí creemos que puede tener cierta validez al indicarnos la preferencia de una herramienta sobre otra.

Hemos observado que el utensilio más idóneo resulta ser el bifaz frente al cepillo y a la raedera. Tal vez el resultado hubiera cambiado si hubiéramos avivado los filos del cepillo, ya que el desgaste de éste fue muy grande. El bifaz al tener dos caras para alternar el golpe hizo que se mantuviera el filo por más tiempo. Obviamente pensamos que la pericia y el tipo de sílex de cada zona también pueden influir en el resultado.

Aunque el número de golpes percutidos sobre la rama, para alcanzar la rotura, entre el bifaz y el cepillo son casi los mismos. Pensamos que el desgaste del cepillo es muy grande en comparación con el bifaz, debido a la dificultad de encontrar sílex bueno. Pensamos que posiblemente para cortar las ramas de los árboles el bifaz sea de mayor utilidad, al ofrecer dos caras y un menor desgaste. Utilizándose para quitar los nudos o cepillar la rama; lo que le permitiría una mayor vida al filo.

En referencia a la raedera, nuestra opinión es parecida a la comentada en el punto anterior sobre el cepillo. Creemos que es más útil para quitar nudos o cepillar que para cortar. En este caso no se observa un gran desgaste, pero menor eficiencia.

Hemos tratado de ser lo más objetivos y rigurosos en la realización del experimento, somos conscientes de la poca información que hay en el registro arqueológico en referencia a la madera y creemos que este trabajo pueda servir para orientar un poco a los que se inician en el largo camino de la investigación en el ámbito de la Arqueología Experimental.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

HANSEN, S. (2012): *Hallazgos arqueológicos en Alemania*, Berlín.

MENÉNDEZ, M., y GARCÍA, E. (2006): *Prehistoria y Protohistoria de la Península Ibérica*. Tomo I. UNED.

Aprendizaje en industria lítica mediante el concepto de talla discoide

Carmen Herranz García¹

Resumen:

Brevemente, la arqueología experimental ha permitido la reconstrucción de los procesos tecnológicos del pasado así como las estrategias que se siguieron y los productos obtenidos en base al registro arqueológico

Palabras clave: Aprendizaje. Sílex. Discoide.

Abstract:

The experimental archaeology has allowed the reconstruction of the past technical processes, as well as the strategies used and the products obtained based on the archaeological record.

Keywords: Learning. Flint. Discoid.

PLANTEAMIENTO DE LA TALLA DISCOIDE

Actualmente en debate, es difícil dar una definición concreta de discoide. Este sistema de talla fue definido por F. Bordes en un principio, dentro de su estudio tipológico, es decir lo usa en referente a un tipo concreto de núcleo. Sin embargo, una buena definición es la que da E. Boëda (1993: 392-404) basada en la interacción de seis criterios:

El volumen del núcleo se concibe en dos caras convexas, asimétricas, secantes y delimitadas por un plano de intersección.

Las dos caras no están jerarquizadas: uno es el plano de fractura y el otro de percusión, sin embargo ambos pueden invertirse durante el proceso de talla.

La superficie de talla se prepara de tal modo que los productos obtenidos son predeterminados. El criterio técnico de predeterminación se basa en las convexidades laterales y distales que guían la extracción.

La superficie de preparación esta trabajada de tal modo que los levantamientos predeterminados y predeterminantes responden a objetivos fijos.

Los planos de fractura de los levantamientos predeterminados son secantes al plano de intersección de las dos superficies.

La técnica empleada es la percusión directa con percutor duro golpeando a pocos milímetros de la cornisa de la plataforma de talla.

¹ Universidad Autónoma de Madrid. chibisuame@gmail.com

Estos seis criterios fueron matizados por V. Mourre (2003: 1-19) quien expone que no hay una diferencia clara entre Levallois y Discoide (Fig. 1).



Figura 1: Ejemplo experimental de núcleo discoide

PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

El trabajo consiste en demostrar que a la hora de aprender a tallar o a coger experiencia en ésta hay una serie de accidentes comunes propios del propio proceso de aprendizaje. Es cierto que en los diversos grupos humanos, y como bien han demostrado estudios etnográficos o incluso nuestra propia vida cotidiana, los infantes aprenden mediante la observación de los mayores por lo que la talla en los grupos de homínidos del Paleolítico sería algo cotidiano, una teoría que observarían a diario hasta que su desarrollo corporal les permitiera ponerlo en práctica. Aun así debemos diferenciar la teoría de la práctica, y que cada individuo aprendería en función de su aptitud, desarrollo y posibilidades.



Figura 2: Accidentes. Sucesión de embotamientos

En suma, el proceso de aprendizaje en la talla lítica se manifiesta en la adquisición, por medio de una estrategia observacional y explicativa, de un conjunto de habilidades técnicas-cognitivas y motoras-.

Y esta adquisición de destreza técnica se manifiesta en el registro arqueológico, de acuerdo con autores como Bodu (1990), Pigeot (1990) o Hocsman (2006) entre otros, a través del planteamiento de una serie de variables presentes o ausentes, entre ellas los accidentes. En trabajos anteriores se han tenido en cuenta variables como los tipos de talones, la presencia de marcas de impacto, los intervalos de espesores, los tipos de bulbos, etc.

La talla lítica es una tarea repetitiva que implica ciertos conocimientos técnicos pero que a su vez, no deja de lado la creatividad del tallador, cosa que se evidencia en las

elecciones que hace en el momento de tallar y ello a su vez se ve en el producto final y en los desechos de talla.

Entre otras dudas que asaltan a la hora de examinar a los talladores surgen la edad a la que comenzarían; eso vendría en función del desarrollo físico y de la coordinación del individuo y el sexo; esto último sería si había o no división de género en función de las tareas a realizar.

Ya hubo autores que postularon la posibilidad de identificación de talladores con diferentes grados de habilidades técnicas en el registro arqueológico como Politis (1998) o Sacchi (2006). La adquisición de estas implica el aprendizaje de la resolución de problemas que se presentan durante la práctica de la talla, como plantean Grimm (2000) o Stout (2002) entre otros. El aprendizaje surge a raíz de la interacción entre aprendices y expertos lo cual sucedería durante la niñez y la adolescencia, algo en lo que parece haber un consenso entre los investigadores. Sin embargo, para este trabajo se han elegido adultos ya que sus capacidades cognitivas y físicas ya están desarrolladas.

Para este trabajo he contado con la colaboración de un grupo heterogéneo de diez adultos de una de edad entre 22-29 años cuya mayoría tenía conocimiento previo a nivel teórico de talla y unos primeros contactos prácticos con esta. Estos seguirían el ejemplo y las directrices de Felipe Cuartero.

Este grupo ha utilizado el sistema discoide, con percutores de arenisca y cuarcita.

En base a la teoría y a la observación, este grupo debía seleccionar tanto el percutor que se adaptaba a la tarea como el soporte apropiado para la talla.

Para impedir que los productos de la talla se mezclaran se hizo de forma individual, guardándose en diferentes bolsas etiquetadas.

La hipótesis planteada era que los productos de talla del tallador experto tuvieran menor porcentaje de errores y que cuando estos se produjeran el tallador experto sabría solucionarlos. Por el contrario, los talladores inexpertos mostrarían mayores errores, no tendrían control sobre el percutor, el gesto y la plataforma de percusión. Por tanto, el control sobre el material sería una de las diferencias básicas el experto y los aprendices. Un tallador experto puede definirse desde el momento de la elección de la materia prima y del tipo de percutor, además sabría salvar los problemas que presenten la materia mientras que un tallador inexperto al encontrarse dichos problemas abandonaría el soporte sobre el que está tallando.

ESTUDIO DE ACCIDENTES COMUNES EN LASCAS Y NÚCLEO

A la hora de analizar los restos de talla debemos hacer una diferencia entre los tipos de accidentes (Baena 1998) que pueden ser motivados por los defectos de la propia materia prima como las geodas y los cuarteados; y los accidentes motivados por los defectos del proceso de talla en el que encontramos:

Flexiones: producidas por el empleo de un percutor de madera o cuando las piezas pétreas son largas y estrechas.

Embotamientos: es un aumento descontrolado del ángulo formado por la superficie de golpeo o plataforma de percusión y la superficie del trabajo.

Nudos, astillamientos o machacamientos: se producen por la superposición de un mismo error o por la acumulación de paros cercanos a la cornisa.

Reflejados: es la fractura inicialmente paralela al perfil del núcleo que cambia su dirección hacia la superficie exterior de este generando un extremo redondeado.

Paros: es una fractura como el reflejado pero en estos el desarrollo es recto o plano.

Fracturas longitudinales: se documentan en los procesos de talla con percutor duro, el resultado es una lasca seccionada a lo largo del eje tecnológico.

Sobrepasamientos: es la propagación en la fractura terminando en un ángulo suave virando hacia el interior del núcleo extrayendo parte de la base de este.

Concavidades en la cornisa: no son un accidente sino un problema en caso de ser muy pronunciadas.

Lascas simultáneas: salen varias lascas de un mismo golpe.

Conos parásitos: es una lasca que sólo tiene inicio, es decir que no se desarrolla hasta el final.

Terminaciones indeseadas: estas pueden llegar a generar depresiones que pueden estropear el trabajo realizado.

Conos y paros laterales: pueden llegar a inutilizar las piezas.

MATERIALES EMPLEADOS

Los percutores empleados son cantos de cuarcita de 7x6x3 cm de media, algunos de los cuales presentan muescas o incluso han sido fracturados tras la talla.

En cuanto al sílex está extraído de la zona sur de Madrid correspondiente a la zona del yacimiento del Cañaverál; de las depresiones terciarias del Jarama. Este sílex aparece en forma de nódulos planos, de buena calidad pero con numerosos accidentes de materia como las geodas y fisuras.

PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Se ha analizado de cada sujeto las lascas generadas hasta el abandono del núcleo, los tipos de lascas producidas y sus talones, las esquirlas y restos; dentro del núcleo los accidentes, su nivel de agotamiento, el tipo de núcleo generado y la elección de la materia (Figs. 3-7).

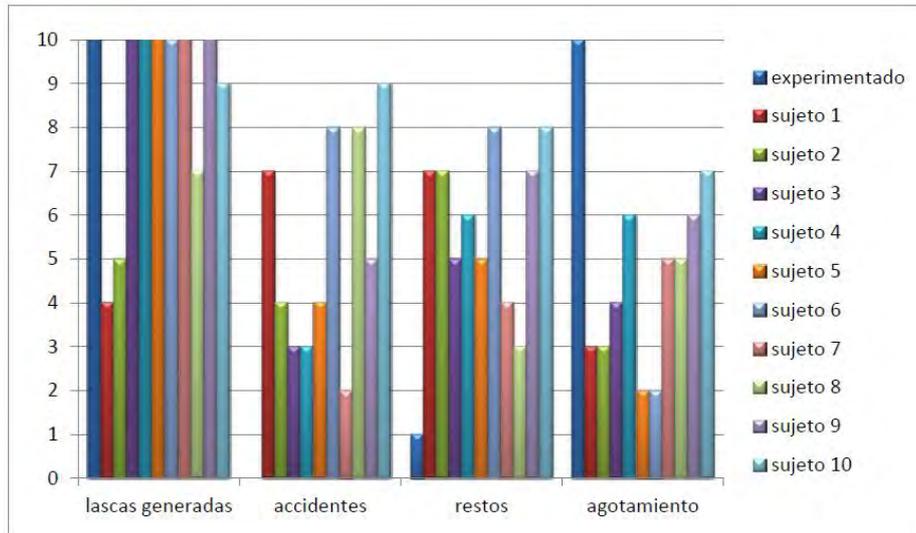


Figura 3: Variables aplicadas. Se puede observar un alto porcentaje de lascas generadas salvo en los individuos que abandonan el núcleo al principio de la explotación (Sujetos 1 y 2). Salvo en los sujetos 8, 7 el número de debrís es muy alto, superando el 50% de la producción. El abandono del núcleo es común al principio de la explotación en general como se puede observar debido a los accidentes generados

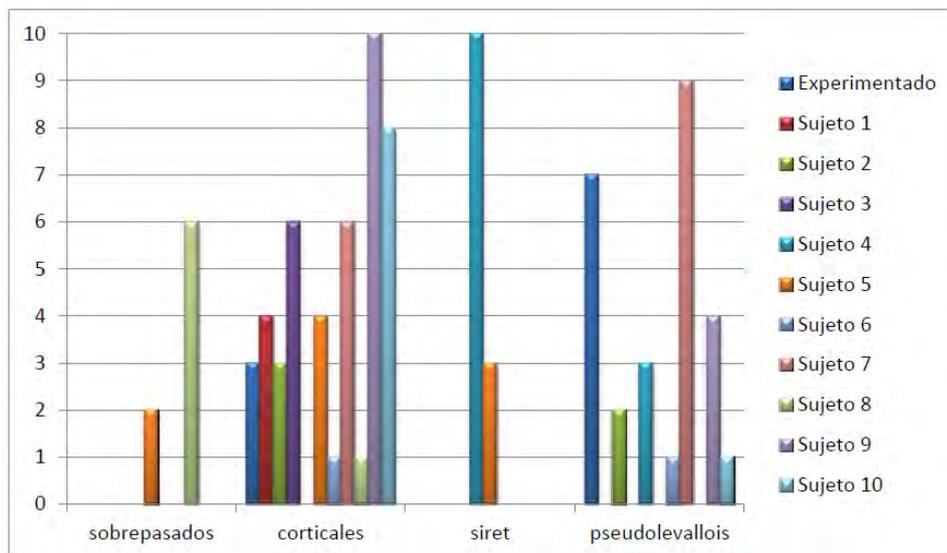


Figura 4: Tipos de lascas

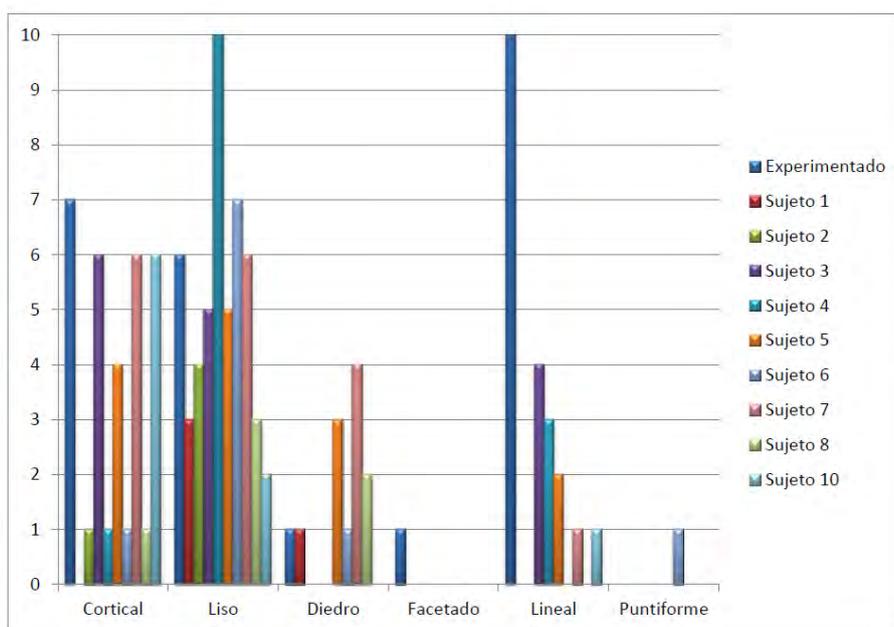


Figura 5: Tipos de talón. Lo más común es el talón liso, ello implica la no preparación de la plataforma de percusión. Esto es observable en el sujeto 4 en donde el 32,7% de su conjunto estudiado lo conforman talones lisos

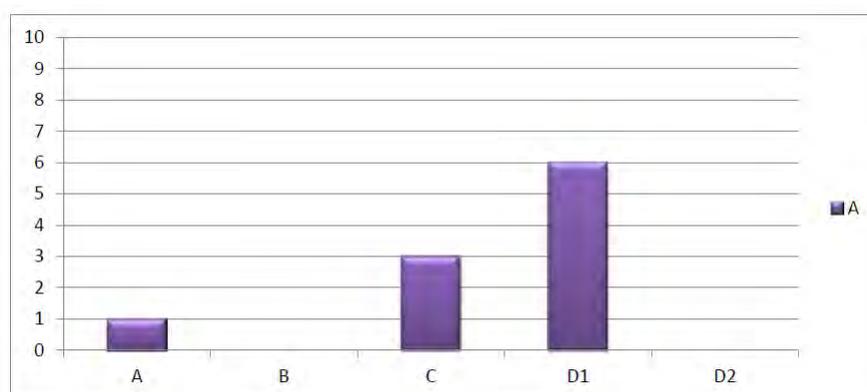


Figura 6: Tipos de Núcleos: A: Simétrico no jerarquizado; B: Simétricos jerarquizados; C: Asimétricos no jerarquizados; D1: Asimétrico jerarquizado explotación preferente de la oblicuidad plana; D2: explotación preferencial en las superficies de oblicuidad simple o abrupta. Seis de los 10 individuos han generado un núcleo asimétrico jerarquizado de explotación preferente en la plataforma más plana

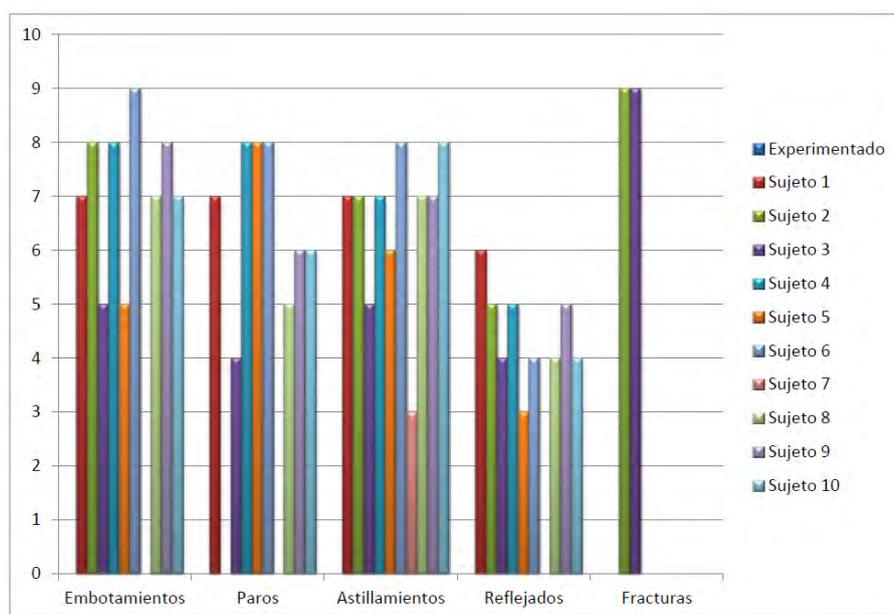


Figura 7: Accidentes estudiados. Los accidentes más comunes son los astillamientos (27,2%), los paros (21,3%) y los embotamientos (27,2%), lo cual indica que los individuos no tienen control del gesto. Las fracturas sólo se dan en dos individuos de forma reiterada, esto es producto del uso de una excesiva fuerza

Como se observa en las anteriores figuras (3 a 7), el tallador experimentado tiene un objetivo previo, su experiencia le permite aprovechar al máximo la materia agotando el núcleo al máximo, lo que implica salvar los errores tanto de la propia materia, como las geodas, como de los que él mismo produce. Por tanto, se manifiesta el control de la fuerza y la dirección del golpeo así mismo, implica una elección del percutor y de la materia. Mientras que en el caso de los aprendices no ocurre lo mismo, se observa un alto porcentaje de accidentes, siendo los más comunes los astillamientos y los embotamientos con un 27,2% y de producción de restos de talla en donde en algunos casos como en los sujetos 1,2 6,9 y 10 superan el 70% de sus producciones. La mayoría de los productos que extraen tienen talones lisos, ello implica que no hay una preparación previa de la plataforma de producción, aunque esto también es común en este método de talla. Sólo hay tres individuos que superan el 50% de la explotación del núcleo, el resto lo abandonan de forma temprana debido, principalmente, y como se puede comprobar a accidentes que crean ellos mismos.

Hay que tener en cuenta que en las sociedades prehistóricas la talla lítica sería una actividad común y cotidiana por lo que los niños la observarían como algo habitual hasta desarrollarse físicamente y poder imitarlo. Y a la par, tener en cuenta que cada individuo es diferente y que sus capacidades tanto motoras como mentales también son individuales.

En suma, los aprendices no manifiestan una elección en la materia a nivel de la calidad de la materia pero sí en la morfología, es decir se plantean cual se adapta mejor a sus necesidades buscando en general buenos planos de percusión. El problema de no hacer una elección de una materia sin accidentes aparentes trae consigo el abandono del núcleo en cuanto se encuentran con alguno de éstos como las geodas, mientras que el experto tallador intentará solventarlo y así aprovechar al máximo el núcleo de sílex. Aunque en el experimento se observan dos casos en que estos aprendices han logrado salvarlos pero que

no han podido resolver aquellos que ellos mismos han generado, como es el caso de los paros y embotamientos. Ello implica que no hay un control del gesto como se observa en las fracturaciones, en la generación de numerosas esquirlas y debrís o incluso en la inutilización del percutor. Así mismo ocurre con la dirección, ello se observa claramente en las marcas dejadas sobre el núcleo o en la generación de accidentes como los embotamientos.

En cuanto a los núcleos se observa la preferencia de talla por una de las caras concretamente la dorsal y plana como plano de percusión mientras que el tallador experto aprovecha ambas para sacar el máximo provecho a la materia. Ello se debe a que el plano de percusión en la cara dorsal es mayor y el ángulo de golpeo es más fácil de ver por lo que estos aprendices tampoco tienen en cuenta el aprovechamiento de aristas, simplemente su objetivo es adquirir el movimiento e ir afinándolo.

En caso de repetirse la experiencia estos aprendices irían solventando los problemas, controlando la dirección y la fuerza de percusión hasta conseguir el objetivo definido en este caso la extracción de lascas mediante la aplicación del sistema de talla discoide.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AMICK, D. S y MAULDIN, R. P (1989): *Experiments in Lithic Technology*. BAR Int. Series 528.
- BAENA, J. (2005): “Arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio”. M. L. RAMOS, J. E. GONZÁLEZ y J. BAENA (coords.): *Congreso Español de Arqueología Experimental*, Santander, 2005.
- BAENA, J (coord.) (1998): *Tecnología Lítica Experimental*. BAR Int. Series 721.
- BAENA, J.; BÁREZ, S.; PÉREZ, A.; LÁZARO, A.; NEBOT, A.; ROCA, M.; PÉREZ, T.; GONZÁLEZ, I.; CUARTERO F.; RUS, I.; POLO, J.; MÁRQUEZ, R.; CABANES, D. y CARRANCHO, A (2005): “El Yacimiento Paleolítico Cañaveral (Coslada-Madrid). La Captación De Recursos Líticos Durante El Musteriense Peninsular”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet* 9 (2)
- BORDES, F. (1988): *Typologie du Paleolithique Ancien et Moyen*. CNRS.
- GALARCE, P. (2008): “Aprendizaje y talla lítica en sociedades prehistóricas: contextos sociales y correlatos materiales”. *Puentes hacia el pasado: reflexiones teóricas en Arqueología*, Universidad de Chile: 87-102.
- PERESANI, M. (2003): *Discoid Lithic Technology*, BAR Int. Series 1120.
- SACCHI, M. (2009): “Tallando piedras, salvando errores. Evidencias de aprendizaje en la talla lítica: análisis de desechos de talla experimentales”. *Arqueología de la Patagonia*. Ed. Utopías: 383-392.
- STAPERT, D (2007): “Neanderthal children and their flints”. *PalArch's. Journal of Archaeology of Northwest Europe* 1(2): 16-39.
- VAQUERO, M (1999): “Variabilidad de las estrategias de talla y cambio tecnológico en el Abric Romani”. *Trabajos de Prehistoria* 56 (2): 37-58.
-

Experimentación en arqueología: los conos de perfume. De la pared al laboratorio.

M^a de los Reyes Luelmo Lautenschlaeger¹

“No he fracasado. He encontrado 10.000 soluciones que no funcionan”. B. Franklin.

Resumen

En algunas manifestaciones iconográficas del Antiguo Egipto se pueden ver sobre el cabello de hombres y mujeres unos adornos que tradicionalmente se han interpretado como conos de perfume. Existen algunos argumentos en contra de esta lectura. En este estudio se han llevado a cabo varias réplicas con diversos materiales para comprobar su eficacia y su comportamiento. Los resultados obtenidos apoyándose en las representaciones murales consolidan las teorías sobre una perfumería asociada al peinado y sin embargo la experiencia levanta dudas sobre la forma en la que se aplicaban. El trabajo ha dado lugar a dos propuestas de sujeción de los conos de perfume a las pelucas y abre la puerta a futuras investigaciones.

Palabras clave: Cono. Grasa. Perfume. Peluca. Gotas.

Abstract

In some images of the Ancient Egypt iconography several ornaments over the male and female hair can be appreciated which have been traditionally interpreted as perfume cones. Nowadays there are arguments against this interpretation. In this work several replicas have been made with different materials in order to confirm their effectiveness and performance. The results added to the known iconography strengthen the idea of some kind of perfume associated to the hair, although it weakens the ones of how they were done. This work also offers two different proposals of the attachment of the cones to the wigs, and it opens the door for future investigations.

Keywords: Cone. Fat. Perfume. Wig. Drop.

INTRODUCCIÓN.

Según la definición de Nadine Cherpion, un cono de perfume es un bloque de sebo impregnado de aroma (Cherpion 1994: 79). El perfume estaba presente en todas las capas de la sociedad egipcia como una realidad cotidiana, por ejemplo como elemento hidratante que evitaba la desecación del cabello bajo el agresivo sol africano, pero también estaba asociado al ámbito ritual y festivo.

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM). mariareyes.luelmo@estudiante.uam.es



Figura 1. Mujeres en un banquete. Tumba tebana 43, de Neferremtep. Fuente: MEKHITARIAN, A. (1954): La peinture égyptienne. Ed. Skira: Ginebra. 2: 35

Sin embargo, la autora francesa cuestiona este concepto, largamente aceptado por consenso en la comunidad científica, alegando una serie de razones que derivan de la poca información que se tiene de estos elementos. Principalmente conocidos a partir de las representaciones iconográficas, no se han encontrado restos arqueológicos, tanto del objeto en sí como de ningún molde o herramienta relativa al proceso de fabricación del mismo (Cherpion 1994: 83). Además, la autora cuestiona la existencia de estos conos de perfume porque cree que su uso justificaría la ausencia de pelucas, puesto que es la peluca la que sufre el efecto del sol, y no el pelo directamente. La función hidratante no podía ser su única tarea, ya que se han encontrado representaciones de conos de perfume sobre algunos ataúdes o sobre momias que no van a ser expuestas al sol. Tampoco se conoce la manera de fijar el objeto. Se sabe que de alguna forma, aunque el cono se funda, debe estar colocado firmemente sobre la cabeza de los usuarios puesto que a veces se representan sobre las cabezas de bailarinas, que son capaces de ejecutar sus movimientos sin que se caigan los conos, como tampoco se caen de los ya mencionados ataúdes, en posición paralela al suelo. Los egiptólogos desconocen el nombre que los egipcios daban a este artilugio, aunque sí se conocen los nombres, por ejemplo, de los perfumes sagrados usados durante el proceso de momificación y enterramiento, y de algunos de los perfumes más utilizados, lo que hace más llamativo todavía la carencia de una palabra que designe este cono de perfume (Cherpion 1994: 82-83; Pujol 2004: 3).

Por último, Cherpion hace alusión a las complicadas pelucas que aparecen a partir del reinado de Amenhotep III (Dinastía XVIII). Se empiezan combinar elementos de orfebrería, así como guirnaldas de flores que se mezclarán con un material que se presupone blando y relativamente inestable, y que terminará por desaparecer fundido en la peluca. La

elaboración y el valor de estas pelucas es tan grande, que la autora pone en duda la certeza de que los egipcios permitieran que un cono de perfume se derritiera sobre tan valioso conjunto, echando a perder flores y plumas, cuanto menos (Cherpion 1994: 82-83).

Uno de los pocos testimonios por los que la autora se permite aceptar la existencia de estos conos es la representación de la tumba tebana 69 (TT69) en la que una peluca cuenta en los mechones finales con unas manchas blancas, como gotas de grasa que se hubieran ido chorreando a medida que el cono perfumado desaparecía, siendo esta evidencia tan aparentemente tan sencilla, el mejor argumento para su consideración como algo más que una representación de la realidad (Cherpion 1994: 82).

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.

Este artículo, derivado del trabajo de la asignatura “Arqueología Experimental” del grado de Historia de la Universidad Autónoma de Madrid tiene como finalidad conocer la viabilidad de los conos de perfume, así como el comportamiento de los mismos durante el proceso de derretido su método de fabricación y de sujeción. A partir del trabajo de Nadine Cherpion, especialmente en los puntos referentes a las técnicas de sujeción y el estado final en que queda la peluca, se pretende comprobar si llevar un cono de perfume es plausible o, como propone la autora es simplemente la representación del aroma.

Para ello, se ha llevado a cabo la experiencia dos veces, una durante el curso académico y otra fuera de dicho periodo, basándose en las conclusiones obtenidas de la primera experiencia. El proceso en ambas es el mismo y se pretende realizar dos réplicas de un cono de perfume cada vez, que se dejarán derretir sobre una peluca. De esta forma se puede conocer además la realidad del proceso y las dificultades que entraña, lo que puede arrojar luz sobre la accesibilidad social de los conos de perfume puesto que, se entiende que cuanto más complicada y larga sea la elaboración de un objeto, más caro y restrictivo resulta, y por tanto menos frecuente de lo que parece consensuado para el caso de los conos de perfume.

Durante la experiencia, se incorporarán al proceso elementos acelerantes, como por ejemplo la obtención de las esencias en un fuego de cocina de gas en lugar de usar para ello una hoguera y un lar. Por otro lado, y puesto que la primera experiencia está programada para llevarse a cabo durante el mes de diciembre, es imposible acceder a unas temperaturas desérticas en un ambiente invernal donde domina un clima continental. Por eso el proceso de derretido se llevará a cabo en el interior de una estufa del Laboratorio Docente de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid, para el caso de uno de los conos. Tradicionalmente se ha pensado que los conos de perfume se usan en los banquetes, que tendrían lugar por la noche. En el desierto, las temperaturas nocturnas descienden considerablemente, por lo que estos conos podrían derretirse a una temperatura ambiente menor que la del desierto durante el día, lo que seguramente facilite la tarea.

PERFUMERÍA EGIPCIA.

Se tiene constancia de la perfumería egipcia desde Dinástico Temprano (Redford 2001: 583). Aunque los egiptólogos encuentran ciertos problemas para identificar algunas de las especies que utilizaban, en parte porque había algunas plantas importadas, en parte

porque algunas recibían varios nombres, es evidente que la variedad de esencias aromáticas vegetales era amplia. Además, sabían que el aceite de linaza era esencial para evitar que las combinaciones con grasa se enranciasen. Sobra decir que no conocían el destilado alcohólico y la fijación de estos aromas se hacía sobre aceites o grasas (Redford 2001: 583-584; Pujol 2004: 1).

Para fabricar perfumes contaban con varias técnicas principalmente. Nicholson y Shaw hablan del *enfleurage* y de la maceración, pero además aceptan la técnica de extracción por torsión (Nicholson-Shaw 2009: 461; Redford 2001: 413). Además, Rosa Pujol propone otra técnica semejante a la maceración (Pujol 2004: 2).

El *enfleurage* o técnica de remojo en frío, consiste en impregnar una tabla de madera con grasa, sobre la que se disponen los pétalos u otras partes vegetales que se vayan a utilizar. De esta forma, las flores van soltando su aroma de forma natural, y la grasa lo fija. Cada día es necesario renovar los pétalos debido a la rápida degradación de los mismos una vez que la planta ha muerto. Así, tras un largo periodo de absorción del aroma de los pétalos frescos, es posible raspar la tabla de madera con la grasa completamente aromatizada (Nicholson-Shaw 2009: 461; Redford 2001: 413).

En segundo lugar se encuentra la maceración, conocida también como técnica de remojo en caliente. Este proceso se lleva a cabo con grasa caliente, en la que se sumergen los ingredientes aromáticos, de una forma semejante al actual baño maría. Una vez que han hervido los componentes aromáticos y han desprendido su esencia, se cuele la grasa y se deja reposar durante varios días (Nicholson-Shaw 2009: 461). Pujol propone una variante que consiste en hervir en agua los vegetales. La grasa que va a servir de fijador de los aromas se encuentra empapando una tela que se coloca sobre el recipiente donde están hirviendo las flores, de forma que el vapor aromatizado atraviese la tela saturada de grasa y se transfiera a la misma (Pujol 2004: 2).

Por último, la técnica de torsión se usaba también para completar el proceso de extracción del mosto (Nicholson-Shaw 2009). En este caso, se envuelven las plantas en un trapo, generalmente de lino, y los extremos del atado se giran en un movimiento de torsión hacia distintos sentidos, de forma que la presión exprime los aceites aromáticos de las plantas.

Tanto la primera como la última técnica son descartadas para este estudio, puesto que, en el primer caso implicaría demasiado gasto de tiempo y recursos que no son necesarios para alcanzar los objetivos propuestos.

Pujol añade que para darle más consistencia al cono de perfume la grasa aromatizada se mezclaría con resinas o cera para poder además, fijar otros ingredientes, y que las grasas más frecuentemente utilizados como vehículo fijador son los de grasa de buey, oca y gato (Pujol 2004: 2). Según esta misma autora, el proceso de elaboración de los conos de perfume consistiría en preparar la pasta en la que se va a impregnar el aroma; en segundo lugar hacerlo astringente; para después preparar tanto los elementos líquidos como los sólidos, y por último añadir las resinas y cocer. En el caso de esta experiencia se hará uso de la grasa de

vacuno y de porcino, por ser más accesibles, combinándose con aceite de linaza y pequeñas cantidades de glicerina que aporten consistencia.

PROPUESTA DE TRABAJO

Esta experiencia, por tanto, consta de dos eventos con dos fases cada uno. Una primera, destinada a la elaboración de las dos réplicas, y una segunda que consiste en derretirlas a distintas temperaturas y estudiar su comportamiento y su viabilidad.

Para la fabricación de las réplicas se usan despojos de grasa de vacuno y se le añade aceite de linaza para evitar que se enrancie. La planta aromatizante que se usa en los primeros conos es una variedad del género *Juniperus* (*Juniperus squamata*) y en los segundos hierbabuena (*Mentha spicata*). Para darle mayor consistencia se añade cera artificial. En cuanto a las técnicas de sujeción, y no habiendo encontrado ninguna propuesta interesante, la decisión es usar en uno de ellos una cuerda que, a modo de diadema sujetase la pieza. En segundo lugar, y en vistas a que el cono de perfume terminará por derretirse por completo, se utiliza un broche para el pelo que se sujete tanto a la peluca como al cono y que quede visible una vez derretida la grasa. Para darles la forma se usan moldes de aluminio de preparación de repostería. Como el fondo es plano, se deforma manualmente para obtener una base de cuenco que permita darle a la grasa la forma que se está buscando.



Figura 2. Molde del cono de perfume. Elaboración propia.

Para la fase de derretido, se colocará una peluca de nylon, de color negro, sobre un soporte de porexpán que se ha cubierto con una tela fácilmente distinguible. Al conjunto se unirá el cono de perfume, usando una peluca diferente para cada una de las réplicas, porque es preferible usar una peluca nueva para cada uno, sin que los efectos del primero determinen el derretido del segundo. Uno de ellos se introducirá en una estufa a una temperatura inicial de 45 °C. El otro se dejará derretir a una temperatura ambiente de 25 °C. Cada cinco minutos en los primeros quince, y luego en intervalos de 10, 15 y 30 minutos, se realizarán fotografías para conocer las etapas del proceso. Se descarta la opción de vídeo porque obligaría a mantener la estufa abierta y no llegaría a funcionar adecuadamente.

EXPERIENCIA 1

Fase I

Se hirvieron los despojos de vacuno durante tres horas, y al terminar se sacaron los restos, dejando solamente el caldo resultante, y se dejó reposar durante toda la noche del cuatro a cinco de diciembre. Pasadas ocho horas, se retiró la película de grasa que se formó en la superficie. Se trata de una cantidad sorprendentemente pequeña en comparación con lo esperado, por lo que se deja el resto del caldo un tiempo en un lugar más frío para tratar de completar el proceso, algo que al final no resulta y el líquido se desecha. Mientras, los 200 g de grasa obtenidos se calientan y se cuelan para eliminar todos los restos cárnicos que pudieran quedar, y se le añade el aceite de linaza (10 ml). Al mismo tiempo, se preparan el resto de materiales, como la cuerda, de 1,4 m, o los moldes. Se separan para cada cono unos 15 g de enebro, incluyendo tanto las hojas como algunas de las ramas más finas. Se descartan las partes leñosas puesto que no cuentan con la función aromática que pueden necesitar las hojas o las flores.

Una vez está todo preparado, se comienza el proceso con la maceración original, dejando la propuesta de Rosa Pujol para más adelante. Se coloca en una olla de pequeñas dimensiones 100 g de grasa mezclada con el aceite de linaza y los 15 g de enebro. Ésta se introduce en una olla más grande, llena de agua (4 l) y se pone a fuego fuerte, mantenido durante todo el proceso para evitar que la cocción decaiga. Al cabo de una hora y diez minutos, se saca el enebro, que ha tomado un color pardo apagado, y se cambia por otros 15 g nuevos, seleccionados con los mismos criterios que anteriormente. Cuando se termina la maceración, casi tres horas después, el contenido se vierte a través de un colador al molde, se añade la cera caliente y se deja enfriar. Cuando la grasa comienza a solidificarse, se introduce la cuerda que va a sujetar el cono a la peluca, y se deja reposar.

El método que propone Pujol se inicia con criterios semejantes apenas haber finalizado el primero. Se introduce el enebro en una olla con agua, y se empapan unos trapos en la grasa previamente templada. Dichos trapos se sujetan sobre la olla por medio de unas pinzas simples, y se pone al fuego. Es necesario recolocar el conjunto, y permitir que parte del vapor se escape por un pequeño lateral de la nueva tapadera. En este caso, al transcurso de una hora se apaga el fuego, porque queda ya muy poca agua y no se puede hacer el recambio de enebro. Se retiran los trapos y se escurren en el molde. Apenas es posible recuperar $\frac{1}{4}$ del volumen de capacidad del mismo. Los trapos se dejan enfriar para tratar de rasparlos y, aunque sea de forma sólida, obtener la grasa restante, pero no es posible, por lo

que este segundo método no permite la correcta elaboración de un cono de perfume, al menos en este caso.



Figura 3. Fijación con vapor. Elaboración propia.

Fase II

Esta segunda fase se lleva a cabo en el Laboratorio Docente de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid en diciembre. El único cono resultante de la primera fase ha estado reposando durante cinco días, de forma que ha solidificado sin problemas.



Figura 4. Peluca con cono de perfume.

Se coloca la peluca sobre el cráneo de porexpán y se corta la longitud del pelo para adecuarlo a las dimensiones de la estufa. Se desmolda el cono y se coloca, atándolo en la

nuca con la cuerda. Este trabajo conlleva alguna sorpresa. La punta del cono, en la base del molde, no se ha solidificado, por lo que la cuerda se encuentra inmersa en la grasa pero no está dentro de la sección sólida del cono. Puede ser que la base, al encontrarse sujeta por un soporte de cartón aislante no haya logrado consolidarse adecuadamente. El cono resultante mide 68 mm en su diámetro largo, y 62 mm en su diámetro corto, puesto que no ha resultado una circunferencia perfecta. De alto mide 29 mm y su altura con la cuerda es de 43 mm. Sin embargo, se sigue adelante con la experiencia y se introduce la peluca con el cono en la estufa. La siguiente tabla recoge los resultados del proceso.

Hora	Temperatura	Registro de cambios
10:00	38° C/SV ²	Se introduce en la estufa
10:30	45° C/SV	Sin cambios. La parte superior del cono se ha secado.
11:00	45° C/SV	Sin cambios.
11:30	45° C/SV	Sin cambios.
12:00	45° C/SV	Sin cambios.
12:30	45° C/SV	Se percibe cierta transpiración en la base del cono. Blando al tacto.
13:20	50° C/SV	Sin cambios.
15:37	50° C/SV	Sin cambios. Se conecta el ventilador.
16:30	60° C/CV	Sin cambios.
17:00	60° C/CV	El cono comienza a derretirse rápidamente.
17:30	60° C/CV	Se estabiliza el proceso a velocidad lenta.
18:00	60° C/CV	Aumenta la velocidad de derretido.
18:30	60° C/CV	El cono se ha derretido casi por completo.
19:30	60° C/CV	Se detiene el proceso y se saca de la estufa.

Tabla 1. Proceso de derretido en sus hitos más relevantes. Elaboración propia.

Cabe destacar que durante el proceso se producen varios sucesos llamativos, como el aspecto reseco y frágil que adquiere el cono al principio y la sudoración que lo envuelve más adelante, cuando adquiere una consistencia blanda al tacto y se queda levemente adherido al dedo cuando se toca, pero no se deshace. Debido a la lentitud del proceso, se separan en el tiempo las fotografías, llevándose un control cada media hora en lugar de los quince minutos previstos, salvo cuando el cono comienza a derretirse, cuando el ritmo se incrementa de nuevo.

² Cuando se ha utilizado el ventilador de la estufa para acelerar el proceso se indica al lado. SV= sin ventilador. CV= con ventilador.



Figura 5. Detalle de la superficie seca. Elaboración propia.

Se aprecia que el patrón del recorrido de la grasa no es uniforme. Chorra por los lados de la peluca fundamentalmente así como por el flequillo, sin que sea muy apreciable el goteo constante por la parte posterior de la cabeza. El proceso termina cuando no queda cono y en su lugar se encuentra una fina película adherida al cabello y la cuerda como si fuera una diadema.

Es necesario, llegados a este punto, destacar que se produce durante el derretido un fenómeno curioso, y que Cherpion aprecia en una de las representaciones egipcias: las gotas de grasa en las puntas del cabello. En este caso, al final del flequillo, así como los mechones delanteros y algunos otros, se han ido acumulando gotitas blanquecinas de grasa que llegaban a caer cuando se acumulaba demasiada grasa. Se trata, pues, de una realidad que se confirma por medio de la experimentación en arqueología.



Fig.6. Gotas al final de la peluca. Detalle. Elaboración propia.

Resultados

En conjunto, la experiencia se ha llevado a cabo sin grandes contratiempos, salvo casos concretos. Los conos, en principio, son aromáticos, y huelen muy bien. En este caso no se ha conseguido fijar una cantidad suficiente de aromas en la grasa como para que el cono al derretirse desprendiera una fragancia intensa, aunque sí se apreciaba cierto aroma.

Esto se debe, fundamentalmente a que la variedad de enebro utilizada no era especialmente odorífera. Esta experiencia se ha visto claramente determinada por la estación en que se ha realizado, puesto que las plantas aromáticas que Pujol propone en su trabajo, son en gran parte de crecimiento primaveral, y la búsqueda por distintas floristerías y viveros de Madrid ha sido completamente infructuosa. Las alternativas más cercanas a los usos egipcios eran la menta y el orégano, que sí se encontraban disponibles, pero se descartaron porque no eran olores adecuados para un cono perfumado en un ambiente como el egipcio. Se optó por el enebro porque gracias a él habría suficiente material y en principio era lo suficientemente fuerte como para empapar la grasa sin problemas, lo que, como se ha visto en la experiencia, no ha sido finalmente posible. También puede deberse a que la cantidad de enebro utilizado por cada cono haya sido muy pequeña. Las cantidades que incluye el trabajo de Rosa Pujol (Pujol 2004: 2) son mucho más elevadas, pero se descartaron desde el principio porque la capacidad de los moldes no era como para usar medio litro de grasa, y a ojos vista, la cantidad de enebro parecía ser suficiente como para cumplir la función aromatizante. Por último, puede ser que la cantidad de aceite de linaza utilizado fuera excesivo y tapara los demás olores, lo que aporta a este estudio que no es necesario incluir cantidades de más por querer preservar el material.



Figura 7. Residuos color oscuro en el fondo del cono. Elaboración propia.

El único cono de perfume que resultó de la primera fase de la experiencia tardó casi diez horas en derretirse por completo. Además su ritmo fue completamente estable durante las primeras siete horas, a partir de entonces, comienza a coger velocidad, y tras un leve periodo de estabilidad, termina por derretirse en apenas dos horas. Lo cierto es que, por mucho que durase el banquete o la ceremonia, el tiempo es francamente excesivo. Probablemente el problema haya sido añadir una cera fijadora que no era de origen natural, sino sintético, con glicerina, que necesita más temperatura para derretirse y que ha estabilizado el cono, lo que al mismo tiempo permite confirmar que era necesaria una sustancia de este tipo para darle consistencia al cono. Por otra parte, la estufa tardó mucho tiempo en alcanzar la temperatura adecuada, por lo que no es descartable que no se encontrara en sus mejores condiciones.

También llama la atención la punta del cono coloreada. Lo cierto es que, aunque no se haya conseguido solidificar esta parte del cono, se podían apreciar en los restos que quedaban en el molde, algunos posos de las plantas utilizadas, que responden a la coloración más fuerte de esta sección del cono, lo que podría asociarse a algunas representaciones de los mismos con unos trazos oscuros en la cúspide.

Para terminar, hay que darle la razón a Cherpion sobre su observación acerca de las gotas de grasa al final de la peluca. Si bien es cierto que la grasa solamente se caía por los lados y el flequillo principalmente, lo que puede deberse a que no estuviera perfectamente colocado sobre la base el cráneo con la peluca, las gotas eran evidentes.

EXPERIENCIA 2

Conocer los resultados de la primera experiencia, y dadas las conclusiones que se extrajeron de ella, ha permitido realizar una segunda fase en la que se ha repetido el proceso cambiando algunas de las variables. De esta forma, con un mayor equilibrio entre los ingredientes, se esperaba encontrar un comportamiento distinto del cono de perfume, y se intentó probar distintas plantas y medios de sujeción. El objetivo de esta repetición, por tanto, seguía siendo entender el comportamiento de los conos de perfume, y en base a esto tratar de discernir si su existencia era algo más que probable o si, como defiende Cherpion se trata simplemente de una representación del aroma y no de un objeto real, como se ha interpretado tradicionalmente.

Sin embargo, objetivos nuevos se incorporan la comprobación de los resultados de la primera prueba, concretamente si la reducción de la cantidad de glicerina como agente estabilizador conllevaba un comportamiento ante el calor diferente, siendo más rápido el derretido del cono en caso de llevar menos cera o menos glicerina, y si esta menor cantidad provocaba un enranciamiento más rápido de la mezcla.

La experiencia, esta vez, tuvo lugar en verano. El proceso de cocción de la grasa y la impregnación del aroma se hizo, igualmente en una cocina de gas, y la fase de derretido de los conos tuvo lugar en la misma estufa del Laboratorio Docente de la UAM.

Fase I.

En esta segunda experiencia utilizó grasa de vacuno, procedente de restos de carnicería, y tocino de cerdo, debido a la disponibilidad del mismo frente a la grasa de vacuno que se usó la primera vez, lo que, por otra parte permite comprobar si hay diferencias sustanciales entre el comportamiento de unas grasas y otras. Tanto el aceite de linaza como la glicerina se usaron en menor proporción que la primera vez. En cuanto a la hierbabuena utilizada, fue suficiente con una pequeña cantidad debido a la mayor carga aromática frente a esta especie. La extracción de la grasa se hizo de la misma forma que la primera vez, y en este caso la cantidad resultante no fue suficiente como para rellenar dos moldes. Para aromatizar la grasa de nuevo se usó la técnica de la maceración. Usando el proceso del baño maría se mezclaron todos los ingredientes. Puesto que se habían cambiado éstos, así como sus cantidades, utilizar otro método de extracción del perfume no tenía mucho sentido ya que se intenta comprobar que también funciona con estas variaciones, además de ser mucho más sencillo que el de torsión, como se explica anteriormente.

Otro de los cambios que se introducen en esta repetición del experimento es la elección de la hierbabuena como planta aromática. Es cierto que la hierbabuena no se encuentra entre las especies botánicas más frecuentemente disponibles en las orillas del Nilo, pero como se trata de una planta abundante y de fácil acceso en la Península Ibérica, que se caracteriza por un aroma fuerte y fácilmente reconocible, que contrasta muy bien con la grasa y la glicerina, se tomó como opción. La fuerza del aroma de la hierbabuena permitió, por otra parte, distinguir muy bien el grado de impregnación del mismo en la mezcla, así como su dispersión, cosa que no fue posible en el caso del enebro. Por lo tanto, aunque no se trata de una planta nilótica, se aprovechó por las características citadas, puesto que daba respuesta a otros problemas.



Figura 8. Proceso de maceración con técnica del baño maría. Elaboración propia

Por otra parte, la propuesta de enganche a la peluca de la estructura del cono es distinta. Si en la primera experiencia se utilizó un cordaje que hacía las veces de diadema, pese a lo tosco del material elegido, en este caso se ha sujetado por medio de una horquilla, un broche que contaba con un adorno en la parte superior. De esta forma, según el planteamiento hipotético de partida, al derretirse el cono y esparcirse la grasa perfumada alrededor de la cabeza, se quedaría al descubierto la parte superior de la horquilla, quedando visible el adorno, antes imbuido en la mezcla y por tanto completamente tapado.

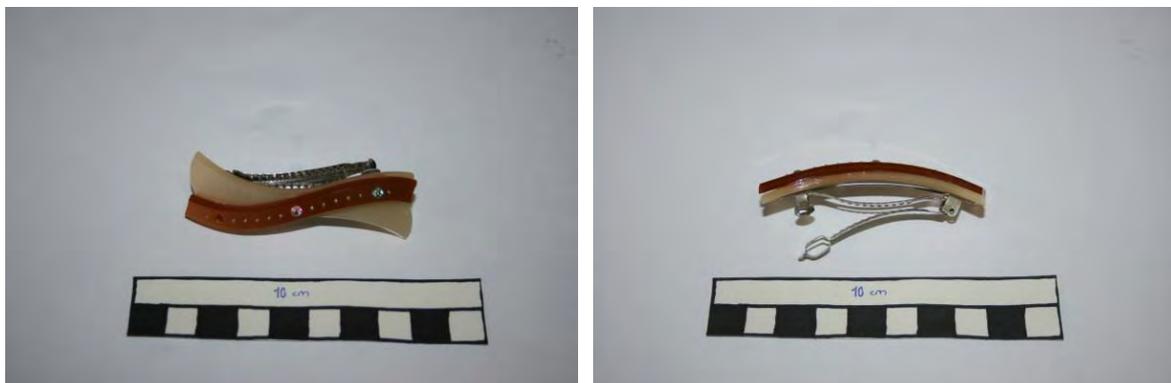


Figura 9: a. Vista frontal broche; b. Vista lateral broche. Elaboración propia

Fase II

Esta vez el derretido también se ha llevado a cabo en el interior de la estufa disponible en el Laboratorio Docente de la Universidad Autónoma de Madrid. Teniendo en cuenta la duración de la primera experiencia, y aun habiendo cambiado los parámetros que, en principio condicionaron el derretido, se consideró como la mejor opción.

El seguimiento del proceso se llevó a cabo también con fotografías, partiendo del mismo ritmo al principio; fotos cada cinco minutos los primeros quince y después cada diez o cada cuarto de hora, aumentando la frecuencia conforme se estabilizara la desaparición de la grasa o la experiencia lo requiriese. La siguiente tabla recoge los resultados de los momentos más relevantes.

<i>Hora</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Registro de cambios</i>
10:39	45° C/SV	Se introduce en la estufa
10:54	52° C/SV	Sin cambios. Se percibe una leve pátina de condensación.
11:09	60° C/SV	Sin cambios.
11:24	50° C/SV	Sin cambios.
11:39	50° C/SV	Inicio de derretido en la parte posterior. Se conecta el ventilador.
11:49	50° C/CV	Aumenta la velocidad de derretido.
11:59	50° C/CV	Alta velocidad de derretido.
12:09	50° C/CV	Se ve la superficie del prendedor de pelo. Se ha formado una costra amarillenta en la superficie.
12:19	50° C/CV	Se derrite mientras se toman las fotografías. La costra cae sobre los mechones dejando un rastro de grasa aromática.
12:29	50° C/CV	Se ha derretido por completo el rastro de grasa producido por la costra. El prendedor está al descubierto. Aparecen las gotitas en las puntas del cabello.
12:39	50° C/CV	Las puntas siguen goteando. Película más compacta en la coronilla.
12:49	50° C/CV	Poco avance. Se mantiene el goteo.
12:59	50° C/CV	Poco avance. Se mantiene el goteo.
13:09	50° C/CV	Se detiene el proceso y se saca de la estufa.

Tabla 2: Evolución del proceso de derretido en la segunda experiencia. Elaboración propia.

Resultados

Los resultados de esta segunda experiencia se parecen a los de la primera en que no hay un proceso de derretido demasiado fluido. Se producen largas fases de inactividad que desembocan en picos en los que el cono casi desaparece por completo. En esta segunda fase, el patrón de distribución sobre la peluca es ligeramente menos regular en el primer caso, y puede deberse a que en esta segunda fase, como soporte se usa una esfera de porexpán, aunque no considero que sea especialmente relevante y tampoco creo que tenga que relación con el método de sujeción del cono a la peluca. La diferente procedencia de la grasa tampoco pareció afectar al proceso.



Figura 10. Detalle del derretido de la parte superior del cono. Se produce un desprendimiento que se desliza por la peluca y se pierde por completo. Elaboración propia.

En cuanto a la fijación del cono, el uso de la horquilla se revela eficaz, puesto que lo mantiene bien sujeto a la peluca y queda expuesto una vez que ha desaparecido el perfume, cumpliendo la función de adorno del cabello. La hierbabuena, aunque no ha resultado tan aromática una vez fijada como fresca o hervida, sí que ha bañado la habitación con un aroma mucho más detectable que el enebro. Aun así, es llamativo lo tenue de este olor una vez se ha transmitido al cono de perfume. Esta carencia probablemente se deba a algún error en el proceso de fijación del perfume, como poca cantidad de hierbabuena, poco tiempo de hervido...



Figura 11: Vista del broche una vez derretido el cono de perfume. Elaboración propia

En cuanto a las gotas, que Cherpion considera como el mejor indicador de la existencia de los conos de perfume, vuelven a aparecer nítidamente en las puntas del cabello de la peluca. Se trata de gotas de grasa que van cayendo pero que se perciben con claridad una vez que el cono de perfume ha alcanzado una consistencia casi líquida y la grasa corre libre por el pelo.

CONCLUSIONES

Puede decirse que los resultados obtenidos en ambas experiencias no son exactamente los esperados, sin embargo, pueden sacarse jugosas interpretaciones de los mismos.

En cuanto al proceso, se esperaba una carga de perfume mucho mayor a la obtenida. La segunda experiencia, con la hierbabuena, la impregnación y la dispersión del aroma ha sido mucho mayor, pero fundamentalmente debido a las características de las especies seleccionadas para cada caso. Aun así, no se descarta que el proceso haya sido incorrecto. De los dos elegidos, solo uno de ellos, el de la maceración, fue de resultado satisfactorio, mientras que con la propuesta de los trapos empapados en grasa se perdió casi por completo el material y apenas hubo transmisión del perfume. De cara a experimentaciones posteriores, habría que tener en cuenta estos factores: disponibilidad de especies botánicas y su adecuación a los objetivos, correcta elección de los útiles y herramientas con los que se trabaja – quizá otro tipo de tela habría sido más efectiva- etc.



Figura 12: Cono de perfume recién montado sobre la cabeza. Experiencia 2. Elaboración propia

El uso de grasas de vacuno y porcino no ha supuesto ninguna diferencia de comportamiento del cono. El factor más llamativo ha sido el similar comportamiento del cono de la segunda experiencia respecto al primero cuando se redujo considerablemente la cantidad de glicerina y de aceite de linaza, hecho que debería haber aportado una mayor rapidez en el proceso de derretido. La causa probablemente se encuentre en el origen artificial de la cera, habiendo sido preferible utilizar cera natural o prescindir de la misma, algo a tener en cuenta de cara a próximas investigaciones.

En cuanto al sistema de fijación del cono a la peluca, ambas propuestas dieron resultados satisfactorios. La cuerda que hacía las veces de diadema, aunque al fundirse la grasa se quedó rígida, sujetó correctamente el cono. Si bien es cierto que no fue sometida a

movimientos bruscos, como primera aproximación, el resultado es interesante. Respecto al aspecto final una vez desaparecido el perfume, quizá el acabado que se le diera en el pasado sería mucho más artístico y agradable a la vista. Y el método del prendedor es, con diferencia, mucho más vistoso, pues cuando desaparece el cono queda a la vista y también garantiza una sujeción estable.

Los conos de perfume no son excesivamente complicados de hacer y tampoco requieren gran cantidad de recursos o de tiempo que haga de ellos elementos exclusivos. Si bien es cierto que la perfumería nunca ha sido barata, tampoco se trata de algo tan restrictivo que debamos asumirlo como únicamente al alcance de muy pocos. Hay que entender que probablemente, si existieron, habría conos de perfume con calidades muy distintas según el alcance de los diversos bolsillos, y seguramente estarían más extendidos en unas capas de la sociedad que en otras, pero para ello hay que atender también a los usos y costumbres de unos con respecto a los otros, pues si bien quizá muchos podían permitirse un cono de perfume, no todos lo necesitarían con cierta frecuencia.

Los conos se han derretido con un patrón un tanto extraño sobre la peluca. En ningún caso se ha dado una extensión uniforme y regular en torno a la cabeza, especialmente hacia la parte posterior de la cabeza, donde uno espera que, debido a la mayor longitud del pelo con respecto al flequillo, caiga la grasa. Quizá fuera debido a la colocación, demasiado central del cono, o a la forma del soporte en el que se montó la peluca. Se trata de un punto que, si bien no me parece especialmente relevante para determinar la existencia o no de los conos de perfume, creo que hay que tener en cuenta de cara a próximas investigaciones. Lo más llamativo sin duda es lo mucho que tarda en derretirse. La segunda experiencia tiene una duración menor porque se introduce un elemento que acelera el proceso, y es llamativo como también tarda mucho tiempo en arrancar el derretido. Probablemente esta excesiva duración se debe a que la fabricación del cono ha sido incorrecta, bien por los planteamientos, bien ha acumulado errores en el proceso.

A la pregunta inicial de este proyecto, si la existencia de los conos de perfume era posible o no, la experiencia dificulta dar una respuesta tajante. El comportamiento de los conos, el largo tiempo que tardan en derretirse, el escaso perfume que desprenden, el estado en que queda la peluca una vez se ha fundido y secado la grasa, son factores que ponen en guardia al investigador contra esta realidad. Eso, sumado a los mencionados por Cherpion en su trabajo, como la ausencia de testimonios materiales, la falta de una palabra clara que los egipólogos conozcan para denominarlo... son un cúmulo de factores negativos.

Por otro lado, las múltiples evidencias iconográficas indican que de alguna forma esto era una realidad en la mentalidad egipcia. También los estudios etnográficos que revelan el uso de aceites y grasas por algunas culturas desérticas con fines hidratantes o de perfumería impiden descartar que los egipcios no tuvieran algo parecido. Y por último, la existencia de las pequeñas gotitas en las puntas de los mechones, procedentes de la caída de la grasa por el pelo. Cherpion ya llama la atención sobre este fenómeno, considerándolo uno de los más potentes argumentos de los que se han dado a favor de los conos de perfume y en los dos casos analizados en este proyecto aparecen de forma nítida y perceptible. Son,

además, muy fácilmente distinguibles sin necesidad de colocarse cerca de la peluca, aunque no se trata de elementos de gran entidad.

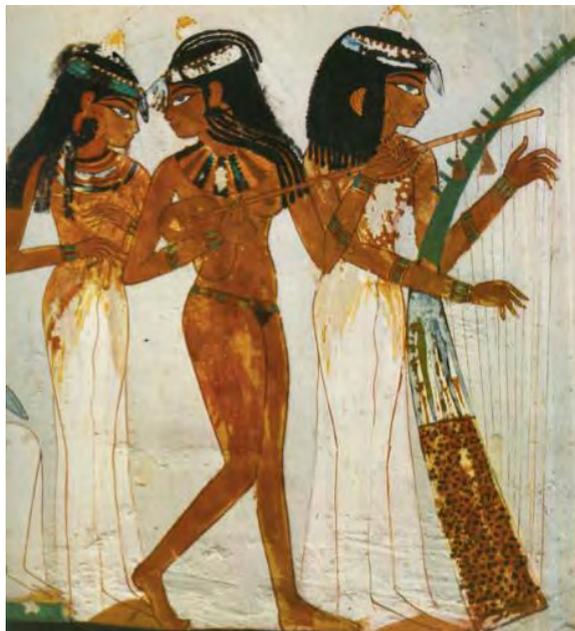


Figura 14: Músicas. Tumba tebana 52, de Nakht. Fuente: MEKHITARIAN, A. (1954): *La peinture égyptienne*. Ed. Skira Ginebra 2: 53

La existencia de los conos de perfume es posible. Sin embargo, su comportamiento hace de él un objeto algo incómodo, que cumple de forma poco eficaz con el requisito para el que se fabrica. Quizá eso solo nos demuestre que se trata de un elemento de lujo, que no tiene una clara utilidad. Sin embargo, creo, atendiendo especialmente al detalle de las gotas en los extremos del cabello, que los egipcios, si bien no usaban un cono de perfume entendido al modo tradicional, sí tenían alguna técnica parecida para perfumarse, y los conos son la representación pictórica, o bien de esa técnica, de una forma de aplicación de la misma o, por qué no, la representación del aroma derivada de la técnica que desconocemos.

Los conos de perfume son todavía un enigma, aunque espero que esta experiencia haya arrojado algo de luz a las numerosas incógnitas que los rodean. Por fortuna aún hay muchas preguntas que resolver y esto es solo una primera piedra para nuevas investigaciones que sigan luchando por materializar esa realidad que aún está solo sobre las paredes egipcias.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS WEB.

- CHERPION, N. (1994): “Le cône d’onguent, gage de survie”. *Bulletin de l’Institut français d’Archeologie Orientale El Cairo*. París.
- MEKHITARIAN, A. (1954): *La peinture égyptienne*. Skira: Ginebra 2.
- NICHOLSON, P. y SHAW, I. (2000): *Ancient Egyptian materials and technology*. Cambridge University Press: Cambridge.
- PUJOL, R. (s.f.): “El perfume en el Antiguo Egipto”. En *Amigos de la Egiptología. Vive el Antiguo Egipto* [blog] (fecha de acceso: 28 de noviembre de 2012) <http://www.egiptologia.com/sociedad-tecnica-y-cultura/513-el-perfume-en-el-antiguo-egipto.html?start=1>
- REDFORD, D.B. (2001): *The Oxford encyclopedia of ancient Egypt*. Oxford University Press: Oxford: 3.
-

Identificación y caracterización de rastros de uso: programa experimental sobre rocas cuarcíticas y ftanita (provincia de Buenos Aires, Argentina)

Nélida M. Pal¹

Resumen

En este trabajo se presentan las líneas metodológicas y las variables que se siguieron durante el desarrollo del programa experimental. El objetivo fue comprender y caracterizar los procesos involucrados en la formación de los rastros de uso sobre materiales líticos homogéneos y heterogéneos que han sido explotados por las poblaciones pasadas y cuyos afloramientos han sido localizados en la microrregión de estudio.

Palabras clave: Arqueología experimental. Rastros de uso. Materiales líticos.

Abstract

In the present paper is presented the methodological lines and the variables that were used during the experimental program. The aim was to understand and characterize the process that was involved in the creation of the use-wears above the uniform and heterogeneous lithic materials that have been taken advantage by ancient populations and whose outcrops have been located in the micro region of study.

Keywords: Experimental archaeology. Use-wear. Lithic materials.

INTRODUCCIÓN

En el marco del Plan doctoral me he centrado en el de análisis de las prácticas de consumo y, por lo tanto, en los procesos de trabajo desarrollados por los grupos cazadores-recolectores que habitaron la cuenca superior del Arroyo Tapalqué (partidos de Olavarría y Benito Juárez), durante el Holoceno tardío, con el fin de aportar al estudio de la tecnología lítica (Fig. 1). De esta forma, para acceder a los procesos productivos se llevó a cabo el análisis funcional de base microscópica, única herramienta en la actualidad que permite identificar las modalidades de utilización de los artefactos líticos y explicitar en contexto de uso. La metodología de análisis funcional para la identificación de rastros de uso presenta tres pilares fundamentales: 1) El desarrollo de un programa experimental, 2) La observación y caracterización de los rastros de uso y 3) el análisis de piezas arqueológicas.

La experimentación en el estudio de la tecnología lítica tiene por finalidad comprender los procesos que intervienen en la producción de los instrumentos, desde el aprovisionamiento hasta el instrumento terminado/usado (Pérez 1993; Álvarez y Fiore 1993; Baena 1997, 1998; Nami 1997, 2000-2001; Flegenheimer *et al.* 2010, entre otros). El investigador, a través de un programa experimental, puede manipular y controlar las condiciones bajo las cuales los experimentos son producidos y obtener datos confiables acerca de las causas que generaron ciertos efectos. Por lo tanto, en los estudios experimentales existe un control explícito de las variables que permite observar e identificar cuáles son las de mayor relevancia para explicar el registro arqueológico (Amick *et al.* 1999).

¹ CONICET-CADIC. Laboratorio de Antropología. Bernardo Houssay 200, Ushuaia (9410). Argentina. E-mail: nelidapal@yahoo.com.ar

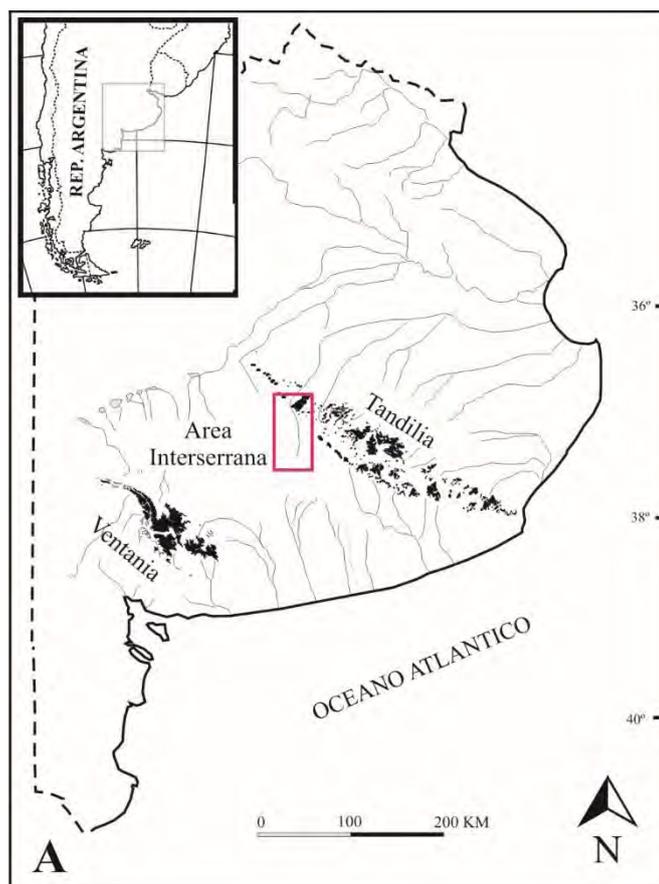


Figura 1- Ubicación de la cuenca superior del Arroyo Tapalqué

La utilización de un artefacto durante el transcurso de una actividad produce en la superficie, bordes y fillos de contacto, entre el útil y el material procesado, rastros o huellas de uso (Semenov 1964). A partir de la observación de estos rastros con distintos equipos ópticos y electrónicos (lupa binocular, microscopio metalográfico y microscopio electrónico de barrido SEM), se puede inferir el trabajo para el cual fue utilizado el instrumento. De esta manera, para conocer las labores realizadas con los instrumentos prehistóricos es necesario conocer y caracterizar los rastros de uso y sus mecanismos de formación sobre las diferentes materias primas utilizadas como soporte instrumental por las poblaciones humanas pasadas.

El programa experimental cumple con estas expectativas, dado que durante la experimentación, utilizando un espectro de técnicas y las materias primas presentes en los conjuntos arqueológicos, se llevan a cabo réplicas de los artefactos líticos o al menos de sus tipos de fillos. Estas piezas experimentales son utilizadas para desarrollar una serie de actividades (*e.g.*, raspar, cortar y perforar) sobre distintas sustancias (*e.g.*, hueso, madera, piel, etc.) y en diferentes estados (*e.g.*, seco, húmedo, etc.). Posteriormente, se observan las modificaciones y se establecen los rastros de uso que son propios de cada trabajo y, por último, se analiza el material arqueológico utilizando estos rastros como criterio de identificación funcional (Keeley 1980; Mansur-Francomme 1983; González e Ibáñez 1994; Cattáneo y Aguerre 2009).

No obstante, durante el desenvolvimiento del programa experimental, no sólo se deben controlar las variables que intervienen durante la utilización de los instrumentos (*e.g.*, tiempo, tipo de material trabajado, tipo de filo, materia prima, etc.), sino también es

necesario incluir una fase experimental que simule los procesos naturales y culturales que actuaron en la microrregión de estudio en general y en los sitios bajo estudio en particular (e.g., pisoteo, movimiento de sedimentos, acción hídrica, etc.). De esta manera, se identificarán las potenciales alteraciones postdepositacionales que pueden haber afectado al conjunto de los materiales líticos como producto de diferentes procesos y agentes, una vez que han sido abandonados o depositados (estrías no funcionales, abrasión sedimentaria, etc.).

Los datos anteriormente mencionados son de suma importancia dado que en algunos casos estas alteraciones tafonómicas pueden enmascarar, borrar o imitar los rastros de uso (Plisson y Mauger 1988; Kaminska *et al.* 1993; Levi Sala 1996). Además, identificando ciertas alteraciones relacionadas con procesos específicos se puede reconstruir la historia depositacional de los materiales y, de esta forma, aportar a la integridad y resolución de los contextos arqueológicos.

Otro conjunto de datos a escala microrregional y de sitio que se deben tener en cuenta en el momento de diagramar y poner en marcha la fase experimental son: los estudios etnográficos, los potenciales recursos explotados por las sociedades pasadas, el tipo de materia prima e instrumentos recuperados en los sitios bajo estudio y las características estratigráficas y sedimentológicas en las cuales se hallan los materiales estudiados ya que éstas pueden ocasionar modificaciones sobre las superficies líticas (Keeley 1980; Levi Sala 1996; Gibaja Bao 2002).

En la actualidad existen dos tipos de experimentos que se desarrollan en el análisis funcional de base microscópica:

Experimentación replicativa o real: En este tipo de experimentación se definen los posibles trabajos que pudieron haberse desarrollado en el pasado, tratando de reproducirlos experimentalmente (e.g., procesar un animal, trabajar madera, etc.). De esta manera, se conocerán los diferentes rastros que se generan a partir de cada trabajo desarrollado. El inconveniente que presenta este tipo de experimentación es que permite reconocer sólo los trabajos planteados en el programa experimental (Mansur-Franchomme 1983; Plisson 1985; Gutiérrez Saéz 1990; González Urquijo e Ibáñez Estévez 1994:16-17).

Experimentación analítica o mecánica: Este tipo de experimentación se centra en conocer el conjunto de variables que componen una labor. Por lo tanto, la finalidad es establecer relaciones entre estas variables y los rastros de uso que se generan. Así, la necesidad de mantener un estricto control de las variables hace que se desarrollen experimentos mecánicos. (Mansur- Franchomme 1983; González e Ibáñez 1994:17). Actualmente, se postula la complementariedad de estos dos tipos de experimentos para obtener un conocimiento más cabal del uso de los instrumentos en el pasado.

EXPERIMENTACIÓN FUNCIONAL SOBRE CUARCITAS, FTANITAS Y DOLOMÍAS SILICIFICADAS

En una primera etapa, se llevó a cabo la recolección de las diversas materias primas en los afloramientos (dolomía silicificada, ftanita y cuarcita). Luego a partir de la técnica de talla por percusión directa y utilizando percutores duros y blandos, se realizó la extracción de lascas y se seleccionaron las más apropiadas para desarrollar las actividades propuestas (Fig. 2). En esta etapa de la experimentación, se tuvo en cuenta el tamaño de las lascas y las características del filo, ya que no se utilizó ningún tipo de dispositivo de empuje en las

piezas. Actualmente, la colección de referencia está formada por 75 fillos naturales que fueron usados en diferentes actividades.

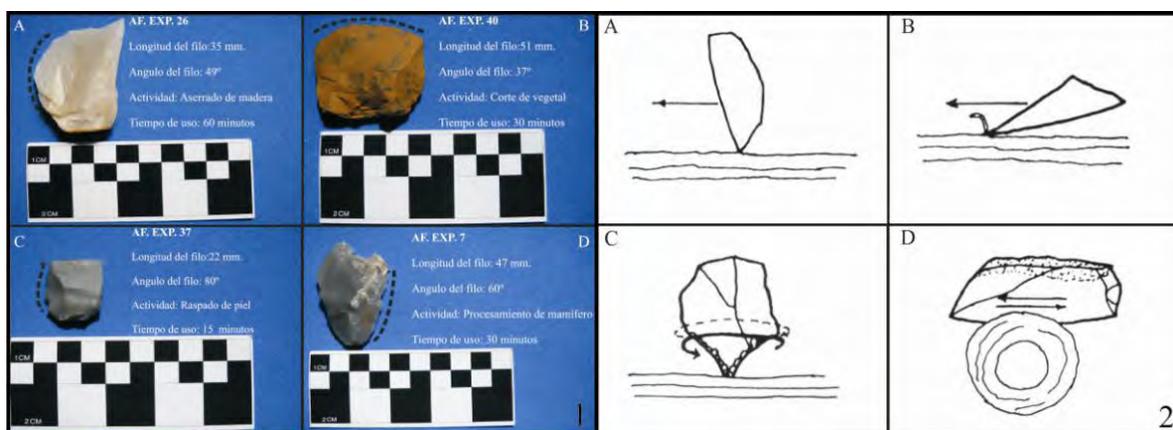


Figura 2: 1) Ejemplos de algunas piezas experimentales. Referencias: A) lasca de cuarcita, B) lasca de dolomía silicificada, C y D) lascas de fanita. 2) Modos de uso (tomado de Keeley 1980). Referencias: A) Raspar, B) Rebajar, C) Perforar, D) Cortar

Las piezas experimentales luego de su uso fueron colocadas en un recipiente con agua y jabón neutro para remover las sustancias orgánicas adheridas a los fillos. Posteriormente, se observaron cada uno de los fillos en la lupa binocular y microscopio metalográfico (200X) con el fin de describir e identificar los rastros de uso generados por el trabajo sobre distintos materiales. Debido a la manipulación de las piezas se utilizó alcohol para remover la suciedad y los restos de material que sujetan la pieza en la platina del microscopio.

La captura y digitalización de los diferentes tipos de rastros se llevó a cabo mediante la utilización de una cámara (VHS) conectada al microscopio y a una PC con plaqueta digitalizadora y software específico (Pinnacle Studio versión 7.11.28). Para el registro de los resultados de cada filo experimental se ha utilizado una ficha con las principales variables que intervienen en la formación de los huellas de uso: materia prima, actividad, material trabajado, ángulo de filo, características de la zona activa, ángulo de ataque, etc. En esta investigación se controlaron aquellas variables que potencialmente intervienen en la formación de los rastros productos del uso, entre ellas se destacan:

A) Materia Prima: Las rocas utilizadas para llevar a cabo el programa experimental son fanita, cuarcita y dolomía silicificada, materias primas representadas con mayor frecuencia en los sitios arqueológicos de la microrregión de estudio. Las características intrínsecas de las rocas, como propiedades mineralógicas y estructurales, juegan un rol fundamental en la formación de los rastros de uso como han explicitado algunos autores (Castro 1987-1988; Mansur 1999; Lerner *et al.* 2007, entre otros). En este sentido, se tomaran en cuenta los modelos propuestos por Alonso Lima y Mansur (1986/1990) y Mansur (1999) para el desarrollo de los rastros de uso en materiales homogéneos y heterogéneos. Asimismo, se tuvieron en cuenta las propuestas planteadas otros investigadores (Sussman 1988; Clemente 1997; Álvarez 2003; Leipus 2006; Clemente y Gibaja 2009).

1- Materiales heterogéneos (rocas cuarcíticas): Constituidos por una pasta micro o criptocristalina, con cristales incluidos. En estos materiales se analizan de manera

complementaria las modificaciones que se producen por uso en la superficie de fractura de los cristales y en la matriz o pasta (Mansur 1999). Para el estudio de las modificaciones en los cristales se siguen los criterios desarrollados para el cuarzo hialino y obsidiana, mientras que para la matriz se toma en cuenta el modelo delineado para el sílex y ftanita (Alonso y Mansur 1986/1990; Mansur 1999).

2- Materiales homogéneos (ftanita y dolomía silicificada): Estos materiales se hallan constituidos por una pasta microcristalina, criptocristalina o amorfa, y responden al modelo de formación de rastros formulado para el sílex, en el cual se generan rastros de uso claramente atribuibles a los materiales procesados (Mansur 1999).

B) Actividad: Se plantea el uso de filos naturales y retocados en diferentes tipos de actividades (procesamiento de piel, corte y raspado de madera, etc.). La actividad se define como la forma en que el instrumento se desplazó sobre los materiales que ha procesado, es decir, la cinemática de la labor (Keeley 1980; González e Ibáñez 1994; Álvarez 2003; Leipus 2006). La actividad incluye las siguientes variables: 1) Morfología del filo; 2) Forma de aplicación de la fuerza (presión y percusión) y 3) Ángulo de trabajo (oblicuo y recto).

En cuanto a los movimientos ejercidos se tendrán en cuenta en este trabajo tres tipos de acciones de uso: 1) Longitudinal: la dirección del movimiento es paralela al filo e incluye el corte y el aserrado; 2) Transversal: la dirección del movimiento es perpendicular al filo y abarca el alisado, el raspado y el cepillado y 3) Rotación: el filo de la herramienta gira sobre su propio eje y la actividad es la perforación (Keeley 1980; González e Ibáñez 1994) (Fig. 2).

C) Material trabajado: Se procesaron diversos materiales posibles de haber sido utilizados por las poblaciones pasadas tales como: madera, hueso, piel, carne, pigmentos y vegetales no leñosos. Debido a que las características intrínsecas de las diferentes sustancias, como la dureza y el grado de humedad, influyen en el tipo de rastro que se genera sobre la superficie del material lítico, se trabajaron los materiales en estado seco, húmedo y remojado (Keeley 1980; Anderson-Gerfaud 1981; Mansur-Franchomme 1983; Plisson 1985).

1- Madera: Se trabajaron diferentes tipos de madera, entre ellas tala (*Celtis tala*) y algarrobo (*Prosopis nigra*), especies características de la región pampeana. Se procesaron tanto la corteza como la parte interna. Se trabajó madera en estado fresco, seco y húmedo.

2- Vegetales no leñosos: Se utilizaron los artefactos para cortar vegetales no leñosos.

3- Hueso: Se procesaron principalmente huesos de vaca. El estado fue fresco, seco y cocido.

4- Piel: Se trabajaron piel de liebre, zorro y vaca en diferentes estados (seco, húmedo y mojado). Además, en algunos casos, se utilizaron abrasivos como tierra y pigmento para el procesamiento de la piel (Fig. 3a).

5- Carne: Se procesó carne de vaca en estado fresco.

6- Pigmentos: Se procesaron pigmentos minerales (*e.g.*, hematitas) en estado seco, húmedo y mojado. Procedentes de la microrregión de estudio y de zonas aledañas (Fig. 3b).

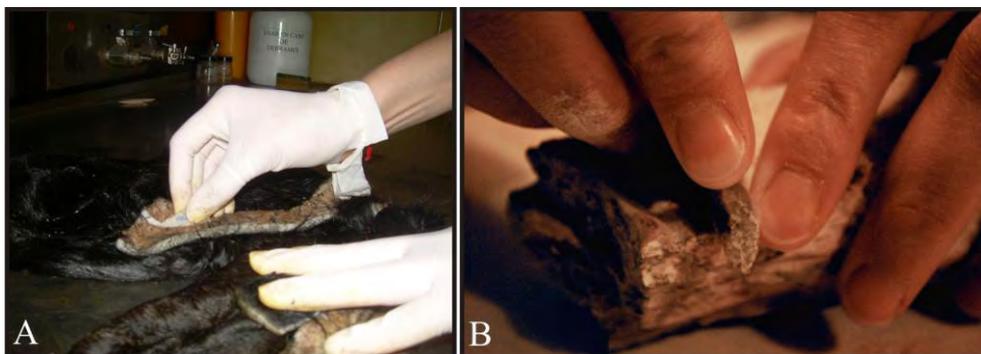


Figura 3-. Procesamiento de recursos en el laboratorio. A) Corte de piel y B) Aserrado de pigmento

D) Tiempo de trabajo: El tiempo es una de las principales variables que, junto con la materia prima trabajada, influye sobre la formación de los rastros de uso (Mansur-Franchomme 1983).

Durante el desarrollo de la experimentación, la utilización de los artefactos sobre los diferentes materiales se llevó a cabo en intervalos de tiempo de 10' y 15' (*e.g.*, 5', 15', 30', 45' y 60').

E) Ángulo de filo: Se utilizaron artefactos con filos cuyos ángulos oscilaron entre los 25° y 100°.

F) Naturaleza de la zona activa: Se denomina de esta manera al sector del instrumento que entra en contacto con el material trabajado (González e Ibáñez 1994). La zona activa puede presentarse en forma de filo natural, retocado o fracturado. La delineación de la misma puede ser recta, cóncava, convexa o irregular.

Es importante destacar la importancia de desarrollar un programa experimental sistemático con el fin de obtener una colección de referencia que incluya las principales variables que intervienen en la formación de los rastros de uso y que permita evaluar las modificaciones que se producen sobre el conjunto lítico como producto de diferentes agentes y procesos (*e.g.*, acción hídrica, movimiento de sedimento, etc.). De esta manera, se genera un *corpus* de información sobre los principios, condiciones y procesos que originan ciertos efectos sobre el conjunto experimental, posible de ser comparado con los datos obtenidos del análisis del material arqueológico.

Para finalizar, y con el fin de fortalecer la capacidad de la autora para la identificación de los rastros de uso, se observó y se llevó a cabo la inferencia funcional de colecciones experimentales desarrolladas por otros investigadores sobre otras materias primas (vidrio, riolita, obsidiana y cuarzo) que se hallan depositadas en el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET-CADIC). El modo de trabajo fue el de *test* ciegos.

RESULTADOS DEL PROGRAMA EXPERIMENTAL: MODELO DE FORMACIÓN DE RASTROS DE USO EN MATERIAS PRIMAS HOMOGÉNEAS Y HETEROGÉNEAS

Dentro de los materiales homogéneos se incluyó a la ftanita y dolomía silicificada. No obstante, es necesario aclarar que ambas materias primas no se comportan de la misma forma durante el procesamiento de los diversos materiales (piel, hueso, madera, gramínea y pigmentos) y existen diferencias en la calidad del filo para efectuar el trabajo. En el caso de la dolomía tendieron a romperse y/o embotarse a los pocos minutos de haber comenzado con la experimentación, en contraposición a los filos de ftanita que presentaron una buena eficacia para el desarrollo de las actividades. En cuanto a la formación de los rastros de uso, en la dolomía no se observaron los típicos rastros de uso y sólo se identificaron los primeros estadios, independientemente del tiempo de trabajo. En la ftanita los rastros se forman rápidamente y son diagnósticos de los materiales trabajados.

A) Trabajo sobre piel

La piel a pesar de ser blanda, es una de las sustancias más abrasivas procesadas (Clemente 1997; Álvarez 2003; Leipus 2006, entre otros). En materiales homogéneos como la ftanita y dolomía, el trabajo sobre piel generó un fuerte redondeamiento del filo y se identificó la formación de numerosas depresiones hemisféricas de tamaño pequeño y surcos profundos que indican su direccionalidad. El micropulido es mate, rugoso, con aspecto grasoso y delgado. El tiempo de formación de este micropulido fue lento (60') y en los primeros estadios se localizó principalmente en las partes altas de la topografía del filo. En un estadio avanzado se ubicó tanto en partes altas como bajas de la topografía (Fig. 4a).

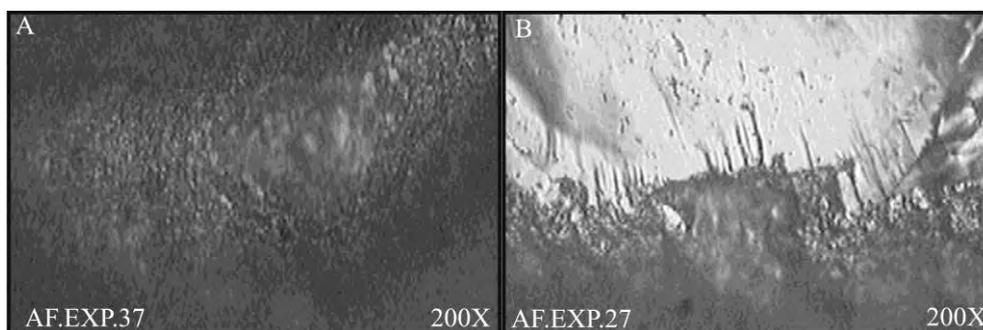


Figura 4: Trabajo de piel. Referencias: A) Pieza de ftanita raspado 60': Micropulido opaco y bisel redondeado. B) Pieza de cuarcita raspado 30': Micropulido opaco y rugoso

En las rocas cuarcíticas se identificó también un aspecto opaco en la superficie del micropulido. Los cristales de cuarzo se rompieron y se disgregaron paulatinamente hasta su desaparición. En los primeros estadios, el micropulido alcanzó un fuerte redondeamiento en las zonas altas, en las cuales se produjo el mayor contacto con el material trabajado. En los cristales se identificó la pérdida de los rastros tecnológicos, un progresivo suavizado de los mismos y se generaron, huecos circulares de aspecto rugoso. A diferencia de las rocas homogéneas no se produjo un redondeamiento significativo en la arista del filo, dado que se ocasionó una continua ruptura de los cristales de cuarzo, dando lugar a la aparición de la matriz en la cual se forma el micropulido, resultados experimentales similares fueron observados por Leipus (2006). En los estadios avanzados el micropulido adquiere sus rasgos

típicos, brillo mate, con la presencia de numerosos microagujeros, surcos profundos y líneas finas que indican su cinemática, y el mismo se localiza en casi todo el filo (Fig. 4b).

Tanto en materiales homogéneos como heterogéneos, la extensión del micropulido hacia el interior de la pieza se vinculó con el ángulo de trabajo de la misma. En ángulos de trabajo recto los rastros de uso son marginales a la arista, en tanto que en ángulos agudos el micropulido invade la cara de contacto de la pieza. El estado del material también influyó en el tiempo de desarrollo y en las características de los rastros de uso que se formaron. En este sentido, la formación del micropulido fue más lento y el redondeamiento más pronunciado cuando se trabajó sobre piel seca, en contraposición al trabajo de piel húmeda que generó un leve redondeamiento. En síntesis, el micropulido opaco y rugoso, sumado a un intenso redondeamiento de la arista, son las características que definen al procesamiento de piel.

B) Trabajo sobre madera

En las rocas homogéneas los rastros de uso del trabajo de madera se distribuyeron de manera continua sobre el filo, tanto en partes bajas como altas. El micropulido fue brillante y voluminoso durante todos los estadios de formación, mientras que en un estadio muy avanzado se identificaron lóbulos formados por micropulido. Se ha observado la presencia de numerosas estrías que permiten identificar el movimiento efectuado con la pieza (Fig. 5a).

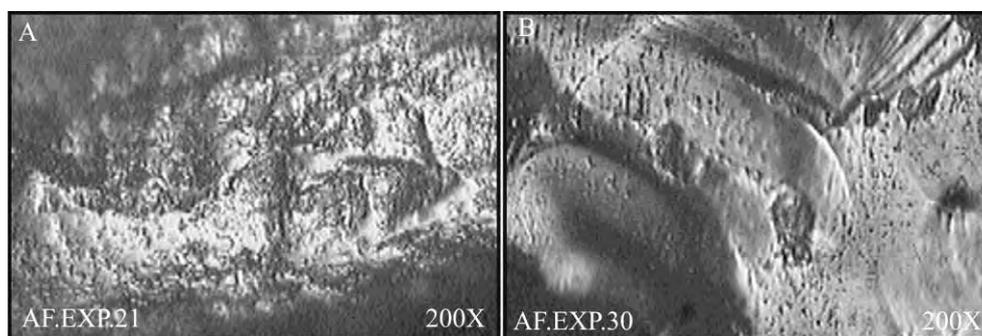


Figura 5: Trabajo de madera. Referencias: A) Pieza de *stanita* aserrado 60': Micropulido brillante, con volumen. Se localiza en partes altas y bajas de la topografía del filo. B) Pieza de *cuarcita* raspado 30': Micropulido sobre cristal y matriz. Brillante y voluminoso, se identifican estrías que indican dirección

En las rocas heterogéneas el micropulido también fue brillante y se ubicó a lo largo de todo el filo. La formación del micropulido fue más lenta con respecto a las rocas homogéneas. En los primeros estadios de formación desaparecieron los rastros tecnológicos de los cristales y se comenzaron a alisar. Se identificaron asociados al micropulido: hoyuelos colmatados, micropoceados, estrías colmatadas y no colmatadas y microagujeros de morfología irregular, estos resultados también fueron identificados por Leipus (2006). Los bordes de los cristales se encontraban carcomidos y presentaban forma ondulada. El bisel era oscuro y tendía a redondearse (Fig. 5b).

En un estadio muy desarrollado el micropulido presentaba una apariencia ondulada y adquiría volumen y regularidad. Los rastros de uso se desarrollaron más rápido en las

fracturas de los cristales de cuarzo, aunque se ha observado micropulido indiferenciado con aspecto disuelto y brillante en la matriz.

En rocas homogéneas y heterogéneas el desarrollo y la extensión del micropulido se vinculó con el ángulo de trabajo. En las actividades de desbaste o rebaje (ángulos agudos entre 0° y 35°) los rastros de uso se hallaban más desarrollados e invadían la cara de contacto de la lasca que en aquellas piezas donde las actividades fueron de corte y/o aserrado (ángulos más rectos). La presencia de estrías varió con relación al estado de los materiales y se formaron en mayor número con el trabajo de madera seca.

C) Trabajo sobre hueso

En las rocas homogéneas (ftanita y dolomía silicificada), el procesamiento de hueso generó fracturas y astillamiento en la arista del filo y un escaso redondeamiento. El filo presentó un aspecto machacado y embotado. A diferencia de los rastros generados por el procesamiento de otros recursos, tales como el cuero y la madera, el micropulido producido con el trabajo en hueso se desarrolló en un tiempo corto de uso (10' a 15') y se localizó en las partes altas del filo. El micropulido se caracterizó por ser delgado y brillante con algunas estrías asociadas, siendo el rasgo típico unas pequeñas resquebrajaduras, denominadas *craquelé* (Fig. 6a).

En cuanto a los materiales heterogéneos, como las rocas cuarcíticas, los rastros de hueso se formaron más rápido en los cristales de cuarzo que en la matriz de cementación. En los bordes de los cristales se produjo un machacado y microlascados, no llegando a generar un rompimiento continuo, estas características fueron identificadas por Clemente (2007); en tanto en la matriz adquirió un aspecto disuelto. Se formaron estrías de diversos tamaños sobre la superficie de los cristales y, posteriormente, se comenzaron a pulimentar y redondear suavemente (Fig. 6b).

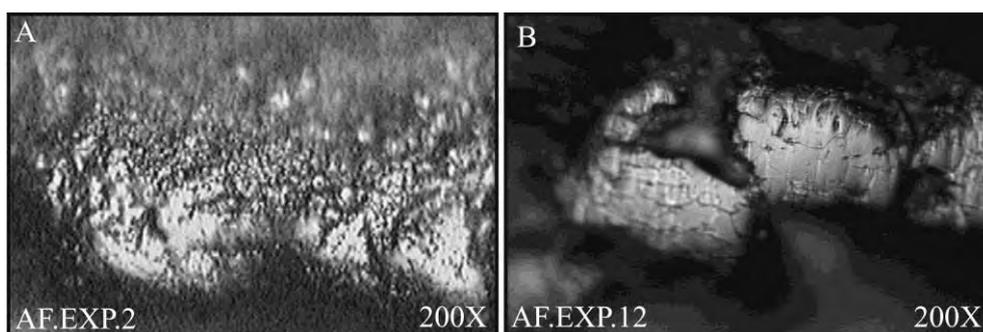


Figura 6: Trabajo sobre hueso. Referencias: A) Pieza de ftanita raspado de hueso 45': micropulido brillante y fino. Craquelé. B) Pieza de cuarcita raspado de hueso 60': Micropulido brillante y plano, se observa el típico craquelé

El micropulido se desarrolló principalmente en las partes altas, con una distribución discontinua. Se caracterizó por ser brillante, plano, con rasgos microscópicos asociados como pequeñas estrías. En el micropulido se observó el *craquelé* típico del trabajo de hueso, definido como finas resquebrajaduras que se orientan de manera perpendicular al movimiento de uso, siendo anchas y profundas, y en ciertas ocasiones sin colmatar como lo identificaron en sus trabajos Plisson (1985), Clemente (1997) y Leipus (2006) (Fig. 6b).

En materiales homogéneos y heterogéneos, la extensión y desarrollo de los rasgos típicos del trabajo de hueso se vincularon al estado del material (seco y húmedo) y al movimiento efectuado (longitudinal y/o transversal). Generalmente, los micropulidos se encontraron más desarrollados en el raspado de hueso fresco.

D) Trabajo sobre vegetales no leñosos

Para el procesamiento de este material sólo se llevaron a cabo acciones longitudinales sobre diferentes tipos de gramíneas. En los materiales homogéneos el micropulido se desarrolló lentamente y se formó de manera diagnóstica alrededor de los 30' y 45' de uso. Se caracterizó por ser brillante, con volumen y muy fluido. Otro rasgo característico fue la presencia de ondulaciones que permiten identificar el movimiento que se llevó a cabo con el instrumento como también lo ha descrito Álvarez (2003) (Fig. 7a).

En las rocas cuarcíticas (materiales heterogéneos) el micropulido también fue muy brillante, espeso, fluido y liso. Cubrió tanto las partes altas como bajas de la microtopografía del filo de la pieza (Fig. 7b). El tiempo de formación fue muy lento en las rocas cuarcíticas y los rastros diagnósticos se identificaron luego de 45/60' de trabajo. En los materiales experimentales se han observado estrías que indican el movimiento. El micropulido típico adquirió el aspecto denominado *sickle gloss* (Anderson-Gerfaud 1981; Vaughan 1981; Knutsson 1986).

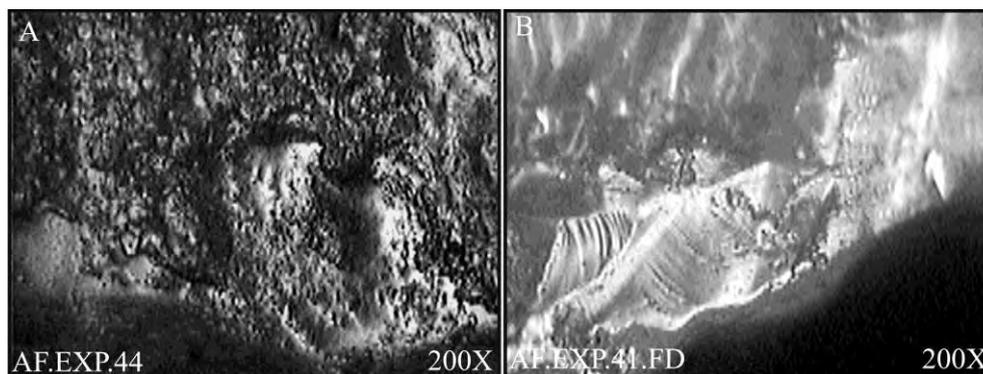


Figura 7: Trabajo sobre gramínea. Referencias: A) Pieza fanita corte de gramínea 30': Micropulido brillante, voluminoso y liso. B) Pieza cuarcita corte de gramínea 30': Micropulido fluido, brillante y con volumen

E) Trabajo sobre pigmentos (Hematitas)

El micropulido es de formación rápida tanto en materiales homogéneos como heterogéneos (entre 15' y 20'), se caracterizó por ser brillante y de aspecto liso. Se asocia también un fuerte redondeamiento del filo (Fig. 8a). En las rocas cuarcíticas, los bordes de los cristales se redondearon y comenzaron a abradirse. En el interior de los mismos las marcas tecnológicas desaparecieron y se identificó un escaso picoteo. Asimismo, se observaron tanto estrías colmatadas como sin colmatar sobre el micropulido.

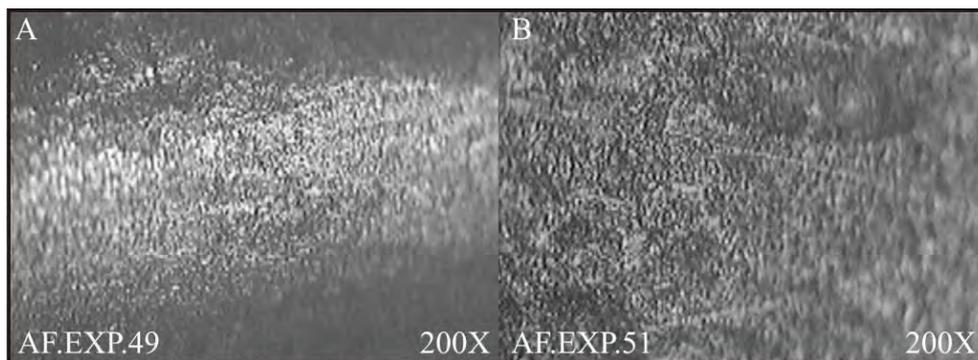


Figura 8: Trabajo sobre pigmentos con piezas de flint. Referencias: A) Aserrado de pigmento 15': Micropulido brillante y plano. Bisel muy redondeado. B) Aserrado de pigmento 45': Micropulido brillante y plano. Se observan muchas estrías finas

F) Trabajo sobre carne y tendones

El micropulido generado por el trabajo de carne se desarrolla de manera muy lenta tanto en los materiales homogéneos como en los heterogéneos. Aún más, si bien las piezas fueron usadas por una hora, el micropulido no pasa del estadio indiferenciado de desarrollo. Sólo se identificó durante el trabajo de carne un ligero cambio de brillo y un aspecto grasoso en las superficies de contacto. No obstante, las características antes mencionadas no son diagnósticas del procesamiento de este recurso.

En los materiales heterogéneos los cristales conservan los rastros tecnológicos luego de un tiempo prologado de uso (1 h), los rastros de uso sólo se identifican en los bordes de los cristales. Por lo tanto, la identificación del micropulido correspondiente al trabajo de carne en piezas arqueológicas es aún más complicado, dado que las alteraciones tafonómicas pueden borrar o imitarlo.

PALABRAS FINALES

El programa experimental aquí desarrollado fue el marco de referencia (piezas experimentales) a partir del cual se reconocieron y caracterizaron los rastros de uso en el registro arqueológico analizado. En este sentido, los resultados alcanzados permitieron, por un lado, corroborar la formación de rastros de uso característicos de los materiales trabajados (e.g., piel, madera, hueso, pigmentos, etc.) sobre las diferentes materias primas detalladas anteriormente y plantear, en consecuencia, que las huellas generadas por el procesamiento de los diferentes recursos presentan rasgos microscópicos equivalentes en las distintas variedades de rocas. Por otro lado, permitió identificar diferencias en el comportamiento de cada una de las rocas durante el uso.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a Pablo Messineo, Myrian Alvarez y Patricia Madrid por el estímulo y el constante apoyo que motivaron el desarrollo de mi trabajo de investigación. A Juan Pérez y Cristián Kaufmann que colaboraron activamente en el Programa Experimental a partir la talla experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M y MANSUR, M.E. (1986/1990): “Estudio traceológico de instrumentos em quartz e quartzito de Santana do Riacho (MG)”, *Arquivos do Museu de Historia Natural* 11: 173-190.
- ÁLVAREZ, M. (2003), *Organización tecnológica en el canal de Beagle. El caso de Túnel 1 (Tierra del Fuego, Argentina)*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad del Buenos Aires.
- ÁLVAREZ, M. y FIORE, D. (1993): “La arqueología como ciencia social: apuntes para un enfoque teórico-epistemológico”, *Boletín de Antropología Americana* 27:21-38.
- AMICK, D. (1999): “Raw material variation in Folsom Stone tool assemblages and the division of labor in hunter-gatherer societies”. En D.S. AMICK (ed.): *Folsom Lithic Technology: Explorations in Structure and Variation*: 169-187. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.
- ANDERSON-GERFAUD, P. (1981): *Contribution méthodologique a l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Bordeaux I, Burdeos: 1607
- BAENA, J. (1997): “Arqueología experimental: Algo más que un juego”. *Boletín de Arqueología Experimental* 1: 4-5.
- BAENA, J. (ed.) (1998): *Tecnología Lítica Experimental*. British Archaeological Reports International Series S721. Oxford.
- CATTANEO, R. y AGUERRE, A (2009): “Estudios funcionales de artefactos líticos de Cueva de las Manos, Río Pinturas, Santa Cruz, Argentina”. *Revista del Museo de Antropología* 2: 3-22.
- CASTRO, A. (1987/1988): “Análisis microscópico de huellas de utilización en artefactos líticos de Fortín, Necochea”. *Paleoetnológica* 4: 65-77.
- CLEMENTE, I. (1997): “Los instrumentos líticos de Túnel VII: una aproximación etnoarqueológica”. *Treballs D'Etnoarqueologia* 2. CSIC-UAB, Bellaterra.
- CLEMENTE, I. y GIBAJA, J. (2009): “Formation of use-wear traces in non-flint rocks: The case of quartzite and rhyolite- Differences and similarities”. En F. STERNKE, L. EIGELAND y L. JACQUES (eds.): *Non-flint raw material use in prehistory. L'utilisation préhistorique de matières premières lithiques alternatives*: 93-98. B.A.R International Series, Oxford.
- FLEGENHEIMER, N.; MARTÍNEZ, J.G. y COLOMBO, M (2010): “Una Experiencia de lanzamiento de puntas cola de pescado”. En M. BERÓN, L. LUNA, M. BONOMO, C. MONTALVO, C. ARANDA y M. CARRERA (eds.): *Mamül Mapu pasado y presente desde la arqueología pampeana*. Ed. Libros del Espinillo, Buenos Aires.
- GIBAJA, J. (2002): *La función de los instrumentos líticos como medio de aproximación socioeconómica. Comunidades Neolíticas del V-IV milenio cal BC en el noroeste de la Península Ibérica*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Barcelona. (Fecha de acceso: 5 de septiembre de 2006) www.tdx.cesca.es/TDX-1128102-182231
- GONZÁLEZ, J. y IBÁÑEZ, J. (1994) *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*. Universidad de Deusto. Bilbao
- GUTIÉRREZ, C (1990): “Introducción a las huellas de usos. Los resultados de la experimentación”. *Espacio, tiempo y forma, Prehistoria y arqueología* 3:15-54.

- KAMINSKA, J.; MYCIELSKA-DOWGIALLO E. y SZYMCZAK, K. (1993): "Postdepositional changes on surfaces of flint artefact as observed under scanning electron microscope". En P. ANDERSON, S. BEYRIES, M. OTTE y H. PLISSON (eds.): *Traces et fonction. Les gestes retrouvés* 2: 467-476. ERAUL 50. Lieja.
- KEELEY, L. (1980): *Experimental Determination of Stone Tool Uses: a Microwear Analysis*. University of Chicago Press. Chicago.
- KNUTSSON, K. (1986): "SEM-analysis of wear features on experimental quartz tools". En: OWEN y G. UNRATH (eds): *Technical aspect of microwear studies on stone tools*. Part I. Early Man News 9/10/11: 35-46. Tübingen.
- LEIPUS, M. (2006): "Análisis de los modos de uso prehispánicos de las materias primas líticas en el sudeste de la región Pampeana". Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- LERNER, H.; DU; X.; COSTOPOULOS, A. y OSTOJA-STARZEWSKI, M. (2007): "Lithic raw material physical properties and use-wear accrual". *Journal of Archaeological Science* 34: 711-722.
- LEVI-SALA, I. (1996): *A study of microscopic polish on flint implements*. British Archaeological Reports International Series 629. Oxford.
- MANSUR, M. E. (1999): "Análisis funcional de instrumental lítico: Problemas de formación y deformación de rastros de uso", *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*: 355-366. La Plata.
- MANSUR-FRANCHOMME, M. E. (1983): *Traces d'utilisation et technologie lithique: Exemples de la Patagonia*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Bordeaux I 1860.
- PÉREZ, S. (1993): "Informe de los primeros ensayos experimentales sobre azadas y/o palas líticas (Antofagasta de la Sierra - Catamarca)". *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 3: 139-149.
- NAMI, H. (1997): "Arqueología experimental, talla de piedra contemporánea, arte moderno y técnicas tradicionales. Observaciones actualísticas para discutir estilo en tecnología lítica". *Relaciones XXII-XXIII*: 363-388.
- NAMI, H. (2000-2001): "Dos décadas de arqueología experimental en la Argentina: Breves observaciones y reflexiones" *Boletín de Arqueología Experimental* 4: 7-13.
- PLISSON, H. (1985): *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: recherché méthodologique et archéologique*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Paris, Francia.
- PLISSON, H. y M. MAUGER. (1988): "Chemical and mechanical alteration of microwear polishes: An experimental approach", *Helinium XXVIII*/1: 3-16.
- SEMENOV, S. (1964): *Prehistoric technology*. Adams y Dart. Inglaterra.
- SUSSMAN, C. (1988): "A microscopic analysis of use-wear and polish formation on experimental quartz tools", *BAR International Series* 395.
- VAUGHAN, P. (1981): *Lithic Microwear Experimentation and the functional analysis of the Lower Magdalenian stone tool assemblage*. Tesis doctoral inédita. Department of Anthropology, University of Pennsylvania. Philadelphia.

Cómo se calentaba el caldo prehistórico

Joaquín Palacios Sáenz¹

La Arqueología Experimental está directamente relacionada con el proceso de comprensión de la actividad humana, del ser humano en su tiempo y su entorno. (Begoña Soler Mayor)

Resumen

El trabajo que presentamos está encaminado a analizar qué tipo de rocas pudieron utilizar y con qué resultados en el agua, para alcanzar algo cercano a lo que conocemos hoy en día por caldo o sopa. Como curiosidad decir que, según Gottschalk, los caldos precedieron a las sopas (Sadrilo 2013).

Palabras clave: Prehistoria. Rocas. Cocinar. Caldos.

Abstract

The aim of the present paper is to analyze the rocks that could be used by the prehistoric people and its results in water, for getting some similar to our contemporary stock or soup. According to Gottschalk, the stocks preceded the soup (Sadrilo 2013).

Keywords: Prehistoric. Rocks. Cook. Stocks.

INTRODUCCIÓN

El trabajo pirotecnológico para la preparación de alimentos no solo añadió ingredientes a la dieta humana sino que abrió un tratamiento alimenticio de importancia: la conservación. A su vez, al cocinar los alimentos se consiguen más calorías del producto que si se consumiese crudo y se utiliza menos energía masticando una carne cocinada que si se come cruda. El fuego amplió el número de especies comestibles aumentando nuestros recursos (Bernardo 2010: 23). Pero también nuestra fisonomía facial cambiará, pues al tomar los alimentos procesados ya no necesitaremos mandíbulas fuertes ni grandes piezas dentarias. La cara se vuelve más flexible al no sustentar importantes volúmenes óseos ni tener que ejercer fuerzas acentuadas y a la vez, en relación a lo que mencionábamos antes, el aparato digestivo decrece de tamaño y a través de decenas de siglos de refinamiento culinario nuestra faz se ha hecho reconocible como en la actualidad. La importancia de la cocina en el desarrollo humano ha llegado al caso que mujeres que comen solo alimentos crudos llegan a dejar de menstruar y por lo tanto pierden la naturaleza de reproducirse (Wrangham 2009).

Gracias a la Arqueología tenemos registro del comienzo de la historia de la cocina. Los restos óseos hallados nos hablan de las especies cinegéticas elegidas y de sus carnes consumidas; pero los elementos usados en su elaboración también en la actualidad han sido indagados y nos han informado de la cocción directa de los alimentos en planchas de piedras sobre las brasas o de la aplicación de una fuente calorífica indirecta, que es la que nos mueve en esta experimentación, mediante la cocción con piedras ardientes introducidas en agua. Como dato arqueológico apuntaremos que se han encontrado en concheros epipaleolíticos cantos rubefactados asociados a las conchas. La cultura Capsiense -norte de África y Península Ibérica 10.000 a.C.-4.500 a. C.- nos ha dejado en yacimientos de sus

¹ Universidad Autónoma de Madrid. joaquin.palacios@estudiante.uam.es

representativas estaciones² un buen número de piedras ennegrecidas. Esto último indica que esas piedras se utilizaban como calentadores para cocer alimentos (Ramos-Oliveira 1971: 184).

Para terminar, apuntaremos que incluso en la actualidad en determinados lugares del mundo todavía sus aborígenes, por motivos de folklore y tradición, mantienen la costumbre de calentar sus viandas con piedras calientes. En México, en poblaciones fluviales como Mazatlán, Cotzocón o Quetzaltepec, los pescadores preparan “el caldo de playa”. Después de pescar se reúnen en grupo a calentar piedras hasta ponerlas “al rojo vivo”, limpian los pescados y los ponen en las jícaras³, los condimentan con sal, verduras y por supuesto chile. Con una tenaza de madera se introduce en la vasija las piedras calientes para mantener hirviendo el caldo (Nahmad 2003: 269).



Figura 1: Cocinando por medio de piedras calientes (Harris 1937)

ESTUDIO

Para llevar a cabo nuestro experimento tendremos que contar con el objeto principal del presente estudio: las piedras, que son la materia prima que mejor se conserva. Son ellas las verdaderas protagonistas; no el agua ni el alimento, que se cocinará en la anterior o su receptáculo. Como bien sabemos, las piedras (los geólogos utilizan el término roca incluso para minerales de poca consistencia como las arcillas) dependiendo de su formación durante los eones de la vida terrestre, tienen diferentes composiciones de elementos que les dan ciertas propiedades características a cada una, como pueden ser: la densidad, la dureza y la cristalización.

Las rocas están sujetas a un cambio continuo. Se ha llamado “el ciclo litológico” (meteorización, erosión y sedimentación) en el cual influyen también los seres vivos, como bien sabemos los historiadores. Las rocas se componen de mezclas heterogéneas de diferentes materiales homogéneos y cristalinos; esto es, los minerales. Se dividen en: rocas poliminerálicas las formadas por varios tipos de minerales y las monominerálicas compuestas por un único mineral. En la composición de una roca hay dos tipos de minerales:

² Al aire libre, en montículos de baja altura, junto a corrientes de agua, con cisco y restos de conchas de caracol.

³ Fruto de los árboles del mismo nombre que debido a su forma esférica sirve como vasija.

minerales accesorios y minerales esenciales, dependiendo de la cantidad que contenga la roca.

De acuerdo a su formación las rocas se dividen en: rocas ígneas, formadas por la solidificación del magma; rocas sedimentarias, que se forman con la alteración y destrucción de las rocas preexistentes, y rocas metamórficas, por evolución de otra anterior que ha quedado sometida a un proceso diferente al de su formación.

Como antes decíamos, las piedras tienen diferentes propiedades que influyen en su utilidad para el uso y manufactura por el ser humano. Algo muy importante para nuestro trabajo son las propiedades térmicas de las piedras, el poder calorífico, que viene relacionado con su composición y que, merced a ella, le da una propiedad tan importante en este caso, como la conductividad o capacidad para transmitir el calor.

¿Qué rocas absorben el calor más rápidamente? Las piedras naturales con alta densidad de energía y excelente conductividad térmica son la esteatita y el mármol. Éstas son quizás las mejores piedras para absorber grandes cantidades de calor rápidamente. Algunos tipos de granito pueden ser buenos conductores del calor, pero no son buenos en el almacenamiento del mismo. El basalto, aunque excelente para retener el calor, lo transfiere lentamente.

La densidad de energía de la piedra: la característica más importante de una piedra que debe retener el calor es la medida de su capacidad calorífica específica. El calor específico de un material es la cantidad de energía necesaria para elevar un kilogramo de material un grado centígrado. La segunda característica más importante de una piedra utilizada para la absorción de calor es su densidad. Para dos piedras con el mismo calor específico, la roca más densa será de menor tamaño y mantendrá la misma energía térmica. La densidad de energía de la piedra es el calor específico multiplicado por su densidad sobre una base unitaria. Esto da un número que demuestra lo bien que una roca puede almacenar el calor, si cada piedra es del mismo tamaño. La piedra con la mayor densidad de energía tendrá mayor capacidad para absorber el calor, para un espesor o tamaño dado.

¿Qué piedras absorben mejor el calor? Para los materiales naturales comunes, las piedras con la mayor densidad de energía (de mayor a menor) son esteatita, yeso, basalto, mármol, piedra granítica y piedra arenisca.

Sobre la conductividad térmica de la piedra diremos que cada material tiene la capacidad de transferir calor a un material más frío. La velocidad a la que esto ocurre se llama la conductividad térmica. Los materiales con una alta conductividad térmica transfieren el calor con mayor facilidad. Esta es una de las razones por las que un suelo de mármol se siente más fresco de los pies descalzos de un piso de madera, a pesar de que las dos plantas están a la misma temperatura. Si una piedra tiene una alta conductividad térmica, también transferirá calor a un lugar frío más rápidamente.

A continuación mostramos una tabla con las especificaciones caloríficas de una serie de los tipos de rocas más comunes y su explicación (por ejemplo, roca máfica es el basalto y, de carbonatos, el mármol) (Tabla 1).

Rocas	U ppm	Th ppm	K% en peso	Densidad g/cm ³	Producción de calor $\mu\text{W}/\text{m}^3$
Rocas ígneas silíceas	4	16	3,3	2,7	2,5
Rocas ígneas máficas	0,5	1,5	0,5	2,9	0,3
Lutitas	4	12	2,7	2,6	2,1
Carbonatos	2,2	1,7	0,3	2,6-2,7	0,7
Dunita	0	0,02	0,001	3,3	0,004
Eclogita	0	0,15	0,1	3,4	0,04
Lherzolita oceánica	0	0,06	0,005	3,2	0,01

Tabla 1: Proporción de los elementos generadores de calor, sus densidades y la producción de calor de distintas rocas (Llambías 2001: 14). U ppm: unidades energía por millón; Th ppm: unidades de alta energía proporcionalmente por millón; K % en peso: calorías por tanto por ciento de peso; D g/cm³: densidad en gramos por centímetro cúbico; $\mu\text{W m}^3$: energía calorífica por metro cúbico de materia rocosa; roca silícea: granito; roca máfica: basalto; carbonatos: mármol.

MÉTODO

En primer lugar tan solo apuntar que la propia agua es también un elemento que tiene una alta capacidad de almacenamiento de calor. Como dato físico de esta constante que es fija en nuestro experimento apuntaremos que, para una masa m de agua a temperatura ambiente de 20° C, se necesita una energía: $E=m 4180 (100-20)$ para conseguir que el agua se caliente hasta los 100° C.

El recipiente que utilizaremos tendrá una capacidad volumétrica aproximada de 5.000 ml, pero le rellenaremos con 2.500 ml, y en cada experimentación será restituido este volumen con agua nueva a temperatura ambiente, pues entendemos que por la combustión se irá transformando en vapor y perdiendo cantidad, y las reacciones al calor de las piedras serían diferentes con aguas ya precalentadas. Nuestra intención habría sido utilizar de receptáculo un tronco de pino que habíamos preparado para tal fin. Pero por razones técnicas no ha sido posible utilizar esta constante fija, más de acuerdo al contexto temporal en que nos movemos. Para calentar las piedras nos hubiera gustado realizarlo en un hogar, al aire libre con leña como material fabricante de calor, donde habríamos ido colocando las piedras. Pero motivos similares a los anteriores nos han llevado a utilizar el fuego de una cocina de gas semiindustrial, que calentara las piedras con una llama constante, lo que quizá contribuya a dar garantías de exactitud a la experimentación.

Para nuestro experimento utilizaremos una piedra de cada uno de los grandes tipos antes enumerados de rocas: ígneas (basalto y granito) y metamórficas (mármol).

Como antes indicábamos, el mármol es una roca que, dada su alta densidad de energía y capacidad técnica de conductividad, es idónea para nuestro experimento. El basalto tiene alta eficiencia de almacenamiento de calor, si bien es lento en su transmisión calorífica. Para terminar, el granito es muy abundante: los granitoides cubren el 4,5% de la superficie de la corteza terrestre. Estos materiales además se encuentran con facilidad en el medio natural peninsular en que nos movemos y que ha sido cuna importante de la evolución humana.

Con toda esta información hemos llegado al momento cumbre de nuestro trabajo: intentar averiguar qué piedras podrían ser las más idóneas para que nuestros antepasados de la Prehistoria se tomaran lo más parecido a un caldito caliente en las frías noches del

Paleolítico Superior; y, de paso, ver cómo responden estas piedras a los cambios de temperatura.

PROCEDIMIENTO

Dado que las piedras no tienen el mismo peso, hemos procurado elegir las lo más homogéneas posible, de tres tipos. Pesaremos con una báscula de cierta precisión, tipo digital, las muestras. Las introduciremos en un recipiente de agua para observar la densidad de cada una, proporcional a su peso y al líquido desplazado (peso/volumen=densidad, Principio de Arquímedes). Con ello nuestra intención es introducir un coeficiente corrector de densidad y, por el primer procedimiento de pesado, otro coeficiente de volumen. Con ambos procuraremos tener una lectura lo más correcta posible de nuestro experimento. Evidentemente, hemos creído que la mejor forma de aplicar estos coeficientes es al tiempo de exposición de las piedras al calor del fuego elevado siempre al máximo de su capacidad.

A continuación podemos ver una serie de fotos de las muestras en estado natural e introducido en agua. Después veremos el cuadrante de mediciones de densidades y pesos así como su coeficiente corrector.



Figura 2: a: muestra de granito; b: granito sumergido; c: muestra de basalto; d: basalto sumergido; e: muestra de mármol; f: basalto sumergido

Datos técnicos piedras				
	Peso (g)	Coefficiente corrector de peso*		
		Granito	Basalto	Mármol
Granito	1568		1,2574178	1,257417803
Basalto	1247	0,795280612		0,920295203
Mármol	1355	0,864158163	1,08660786	

	Volumen desplazado sobre 1 l de agua (mm)*	Coefficiente Corrector		
		Granito	Basalto	Mármol
Granito	130		1,13043478	1,083333333
Basalto	115	0,884615385		0,958333333
Marmol	120	0,923076923	1,04347826	

Tabla 2: Densidades y pesos de las muestras y su coeficiente corrector

Como informábamos arriba, el tiempo será una variable que marcaremos para igualar los desfases por peso y densidades de las rocas a estudiar. Sobre la base de 15 minutos para una introducción del granito, por ser esta la de mayor peso, de forma aproximada modificaremos el tiempo al alza con las otras dos piedras.

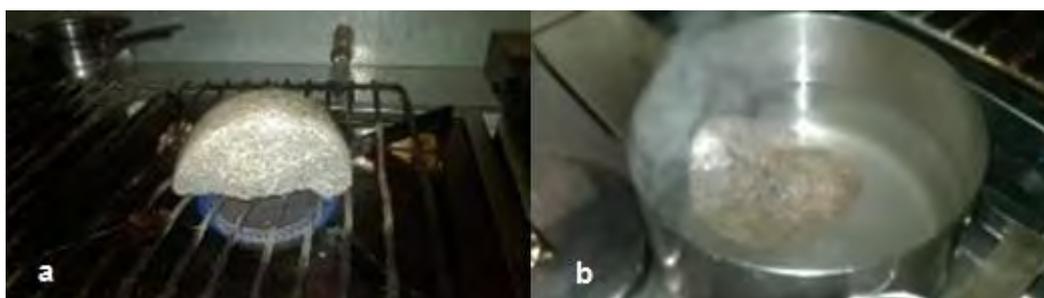


Figura 3: a. Fogón utilizado; b. recipiente con la piedra de granito

En estas dos imágenes como ejemplo vemos el fogón utilizado (Fig. 3.a) y el recipiente con la piedra de granito introducida a los pocos segundos de sacarla del fuego, que previamente la había calentado durante 15 minutos, podemos observar la evaporización del agua y su comienzo a dar un hervor (Fig. 3.b).

RESULTADOS

EFECTOS SOBRE EL AGUA EN:					
	Tiempo de exposición C*	Instantáneo	1 minuto	3 minutos	5 minutos
Granito	15'	Ebullición	1' de ebullición	2 de f. siseo	Calor agua***
Basalto	19'	Siseo de calor	2' de siseo	Calor agua*	Calor agua t
Mármol	17'	Golpe de eb. 10 minutos	2' de siseo 20 minutos	Calor agua** 30 minutos	Calor agua***
Granito		Calor agua**	Calor agua* Enfriamiento	Calor agua t	
Basalto		Calor agua t	a temperatura ambiente		
Mármol		Calor agua **	Calor agua*	Calor agua t	

EFECTOS SOBRE LA PIEDRA EN:		
Granito	15'	Cambio de color a más oscuro, luego recuperó el original
Basalto	19'	Justo al ir a retirarlo la piedra se rompió
Mármol	17'	Cambio definitivo a color más brillante y desprendió areniscas

LEYENDA:	
***	Imposible introducir la mano
**	Posible introducir la mano y sujetar
*	Agua caliente: se puede coger la piedra y mantener la mano introducida
t	Agua templada

Tabla 3: Resultados de la experimentación

A continuación una foto de la piedra de basalto que estalló en varios fragmentos, que nos hacen, aunque no sea éste nuestro trabajo, corroborar una vez más la utilización del fuego sobre las piedras para la obtención de materiales de industria lítica en la Prehistoria y en la Edad Antigua y Media para abrir brechas en murallas y derrumbar baluartes (Fig. 4).



Figura 4: Muestra de basalto fragmentada después del experimento

CONCLUSIONES

La Arqueología Experimental nos ha dado una respuesta clara y contundente, pues sin buscarlo en un principio, el fuego ha eliminado un mineral que pensábamos bastante adecuado para el experimento. El basalto estalló literalmente (Fig. 4) y, recogidos rápidamente sus trozos más representativos (1 grande, 2 medianos y cuatro pequeños), se introdujeron en el agua sin conseguir nada reseñable (Tabla 3).

El granito sí respondió a las expectativas que habíamos visto en la parte geológica del trabajo. También el mármol, como estudiamos en la parte técnica, resultó ser un buen mineral para acumular calor, retenerlo e ir reintegrando este poder calorífico, consiguiendo no solo mantener una temperatura apreciable, sino que fuera en aumento.

Sin ser tan espectacular como el hervor que nos dio el granito resultó que, a pesar de su menor densidad y peso en comparación, el mármol tuvo un poco más de éxito.

Estudiados con detenimiento los resultados y cruzados con nuestros limitados conocimientos del periodo de la Prehistoria en el que nos movemos, nos atreveríamos a afirmar que, aun siendo el mármol la piedra con más éxito, la hipótesis que planteábamos nos lleva a decir con cierta seguridad, no tajante, que nuestros ancestros utilizaron el granito, por ser más abundante en cantidad y distribución geográfica y, a su vez, por tener otras utilidades como amoladeras para el grano, percutores para la talla lítica, objeto arrojado contra animales o personas, etcétera. El mármol sí fue usado y desarrollado como fuente productora de calor, pero no para cocinar, en la Edad Antigua, principalmente en termas y objetos calentadores, bien en paramentos verticales u horizontales, como radiadores primitivos.

Como digno colofón a nuestro humilde trabajo, una definición de nuestra materia: *¿Qué debemos entender por Arqueología Experimental? Ante todo un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que, de forma rigurosa, admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad.* Javier Baena (1997: 3).



Figura 4: La especialidad de algunos restaurantes actuales es el caldo de piedra cocido con piedras calientes, tomado de la tradición prehispánica. (Foto: Carlos Álvarez Montero (Álvarez 2011))

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO-GORBEA, M.; CASADO, D.; FONTES, F.; MEDEROS, A., y TORRES, M. (2004): *Prehistoria. Antigüedades españolas I. Prehistoria y Protohistoria: Catálogo del Gabinete de Antigüedades*. Madrid: Real Academia de la Historia.
- ÁLVAREZ, C. (2011): “29 lugares para recorrer Oaxaca. La comida más allá del mole”. *CNNExpansión*. 13 de abril de 2011. Fecha de acceso 3 de diciembre de 2014. <http://www.cnnexpansion.com/viajes/2011/04/13/la-comida-mas-alla-del-mole>
- BAENA, J. (1997): “Arqueología Experimental, algo más que un juego”. *Boletín de Arqueología Experimental* 1: 2-5.
- BERNARDO, A. (2010): “Técnicas de producción en el Paleolítico Superior: el fuego y sus aplicaciones. La pirotecnología”. En N. MARTÍN; M. SALINAS y D. HIDALGO (eds.): *Arqueología, Patrimonio, Prehistoria e Historia Antigua de los pueblos “sin pasado”. Ecos de la Lusitania en Arribes de Duero*. Aguilafuente 171: 23-24. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- BLANCO, J. (2009-2010): “Tema 2. Materiales Construcción. Propiedades Térmicas”. [Material didáctico on line]. Fecha de acceso 1 de diciembre de 2014. <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema2.MaterialesCONSTRUCCION.Propiedad esTERMICAS.2009.2010.ppt.pdf>
- HARRIS, J. (1937): *Arte y Costumbres de los Pieleros Rojas.*, Barcelona: Hymasa. Reedición 2006: Valladolid: Maxtor.
- LLAMBÍAS, E. J. (2001): “Propiedades Térmicas de las Rocas”. En *Geología de los Cuerpos Ígneos*. Correlación Geológica 15: 11-26. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán- CONICET. http://insugeo.org.ar/libros/cg_15/capitulo_1.htm.
- NAHMAD, S. (2003): *Fronteras étnicas análisis y diagnóstico de dos sistemas de desarrollo: proyecto nacional vs. Proyecto étnico. El caso de los “ayuuk” (mixes) de Oaxaca*. México: Ciesas.
- RAMOS-OLIVEIRA, A. (1971): *La Prehistoria. Historia Crítica de España y de La Civilización Española* 1. Oasis.
- SADRILO (2013): “Historia de la sopa, el primer y mejor invento de la cocina”. *Fiuxi*. [Entrada de blog]. Fecha de acceso 2 de diciembre de 2014. <http://www.fiuxy.com/gastronomia-y-recetas-de-cocina/2964162-historia-de-la-sopa-el-primer-y-mejor-invento-de-la-cocina.html>
- SOLER, B. (2003): *Estudio de las estructuras de combustión prehistóricas: una propuesta experimental: Cova Negra (Xàtiva, Valencia), Ratlla del Bubo (Crevillent, Alicante) y Marolles-sur-Seine (Bassin parisien, Francia)*. Trabajos Varios 102. Valencia: Diputación de Valencia.
- WRANGHAM, R. (2009): *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*. Londres: Profile Books Ltd.
-

Pesos máximos y pesos mínimos. La eficacia de los percutores de arenisca en la apertura de frutos con cáscara

Sara Pardo Corral¹

Resumen

El percutor es uno de los útiles más representativos y característicos de la Prehistoria. Su funcionalidad está directamente relacionada con el golpeo de superficies y la fabricación de herramientas de piedra, la talla lítica. En el presente escrito vamos a alejarnos de esta corriente tradicional mediante la realización de un estudio cuantitativo que tiene como objetivo establecer, dentro de una secuencia de percutores, cuáles son los pesos máximos y mínimos más efectivos a la hora de abrir determinados frutos: avellanas y nueces.

Palabras clave: Prehistoria. Percutor. Pesos. Frutos.

Abstract

The hammerstone is one of the most representative and characteristic tools of the Prehistory. Its usefulness is directly related to the hitting of surfaces and the manufacture of lithic tools, the lithic knapping. In the present work a quantitative study has been carried out. The aim is to establish, which maximum and minimum weights are the most effective to open particular fruits as hazelnut and walnut, in a variety of hammerstones.

Keywords: Prehistory. Hammerstone. Weights. Fruits.

INTRODUCCIÓN

Las sociedades de cazadores recolectores a lo largo de la historia han empleado un amplio repertorio de artefactos de diversa naturaleza y materia. En su fabricación destaca el papel de los percutores, aquellos útiles que, como su propio nombre indica, sirven para golpear (Eiroa 2003). Estos pueden ser simples cantos de piedra, trabajados o no, denominados percutores duros, o bien blandos de madera o cuerno. Se trata de una herramienta que está ligada a la confección de instrumentos, concretamente a la talla lítica.. Este estudio tiene como fin aproximarnos a su uso y eficacia dentro del ambiente de la explotación económica de recursos, un campo menos explorado. A través de la metodología empírica que nos ofrece la Arqueología Experimental pretendemos establecer cuáles son los pesos más eficaces para abrir frutos y así fijar la tendencia que los percutores siguen con respecto al peso, dimensiones, silueta... de una forma aproximada ya que contamos con variables de difícil control como la fuerza aplicada o el tipo de fruto.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y LAS VARIABLES

La presente experimentación tiene como objetivo principal realizar un estudio sobre los percutores líticos atendiendo a efectividad según su peso. Para ello vamos a establecer una relación entre el peso del percutor y el número de golpes que necesita para abrir frutos con cascara. Estos planteamientos iniciales nos han llevado a establecer la siguiente hipótesis: cuál es el peso mayor y el peso menor más efectivo a la hora de abrir un fruto. De este modo, las variables a analizar son cuatro: el peso de los percutores expresado en gramos, el número de golpes que estos necesitan para abrir la cascara, el tipo de fruto empleado y el estado del fruto tras los golpes, es decir, si este sale entero o partido. Por ello vamos a

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM). sara.pardo@estudiante.uam.es

considerar más eficaces aquellos percutores que con un menor número de golpes obtengan frutos enteros.

METODOLOGÍA

Materiales

Percutores

Como percutores se han empleado cantos de arenisca con superficies planas en ambas caras, o bien curva en una de ellas. Para obtener un rango de datos sistemático hemos escogido una batería de 16 percutores, los cuales difieren del 1 al 10 en 25 g y del 11 al 16 en 50 g. Esta selección abarca un espectro de medidas que va desde los 40 hasta los 500 g. Se ha decidido que estos deben ser los parámetros adecuados conforme a la mano del experimentador en este caso. De esta forma con pesos manejables vamos a obtener datos interesantes sobre la eficacia de estas piezas.

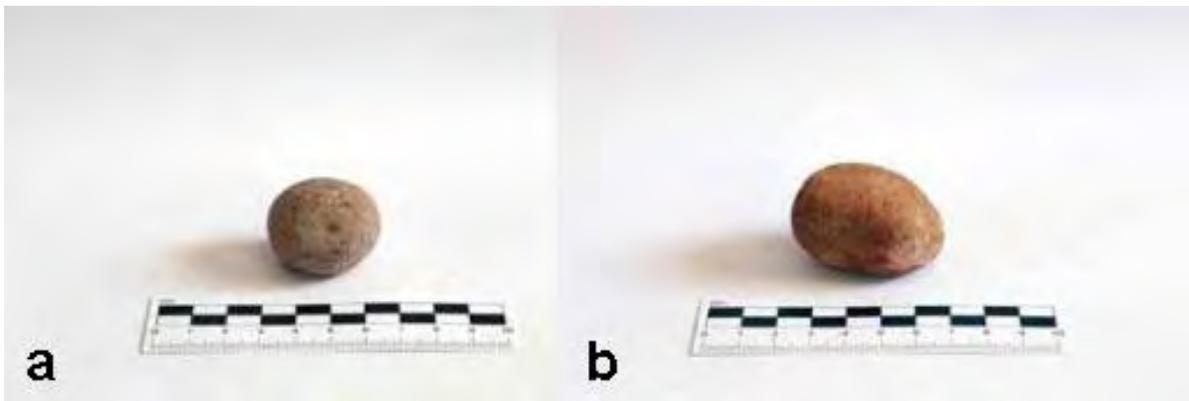


Figura 1: a. Percutor n° 1 (38 g); b. Percutor n° 2 (62 g)

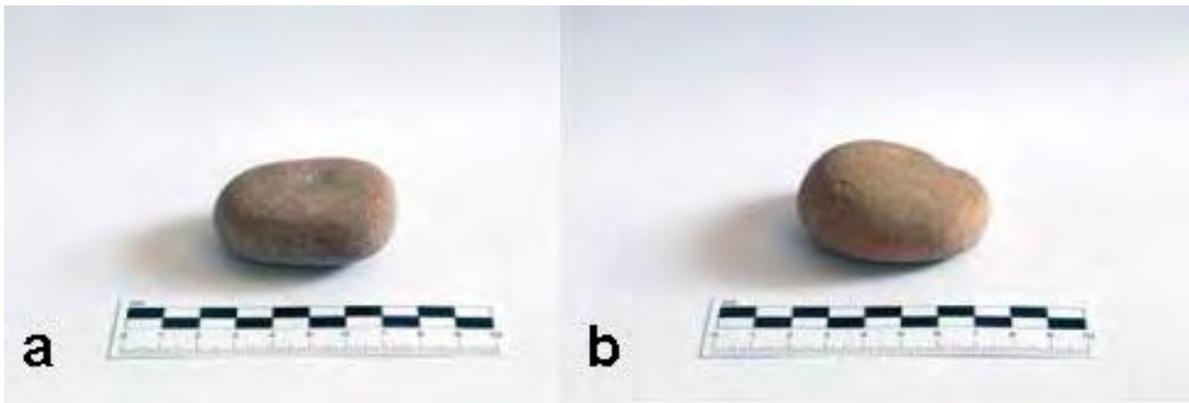


Figura 2: a. Percutor n° 3 (90 g); b. Percutor n° 4 (120g)

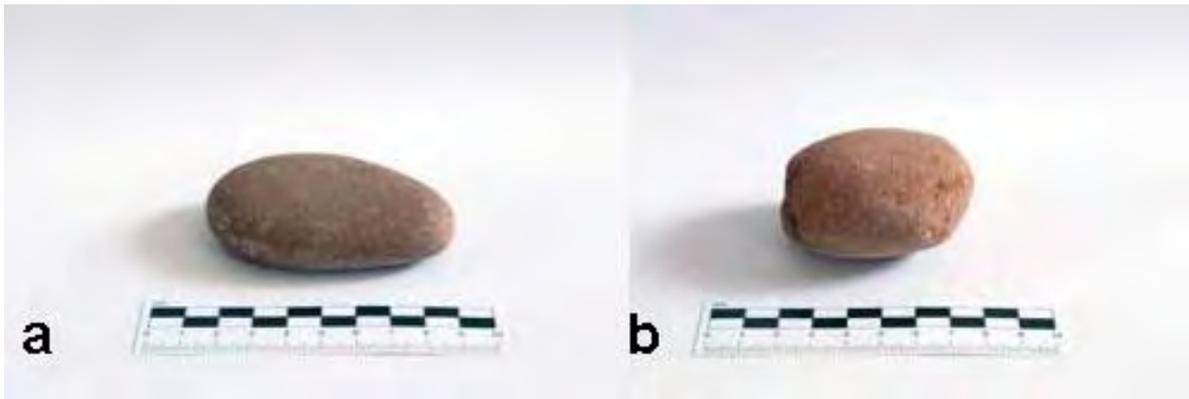


Figura 3: a. Percutor n° 5 (142 g); b. Percutor n° 6 (166 g)

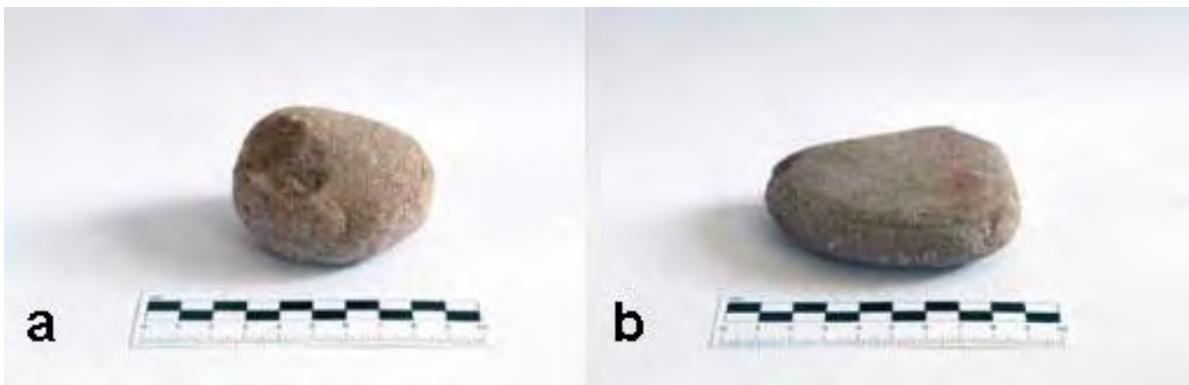


Figura 4: a. Percutor n° 7 (198 g); b. Percutor n° 8 (214 g)

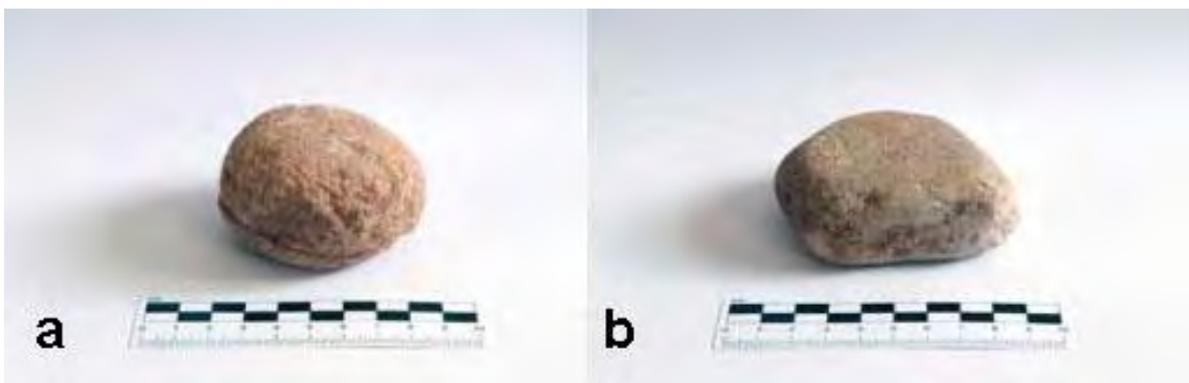


Figura 5: a. Percutor n° 9 (242 gramos); b. Percutor n° 10 (266 g)



Figura 6: a. Percutor n° 11 (288 g); b. Percutor n° 12 (318 g)

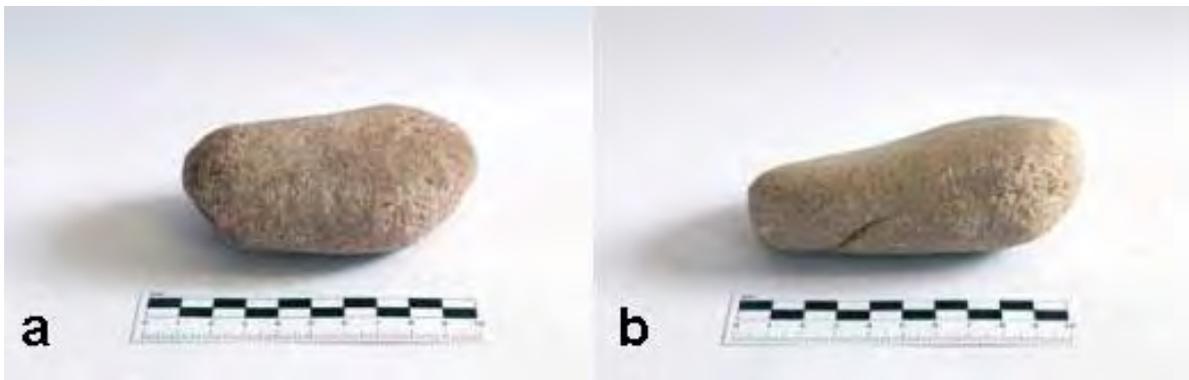


Figura 7: a. Percutor n° 13 (360 g); b. Percutor n° 14 (416 g)

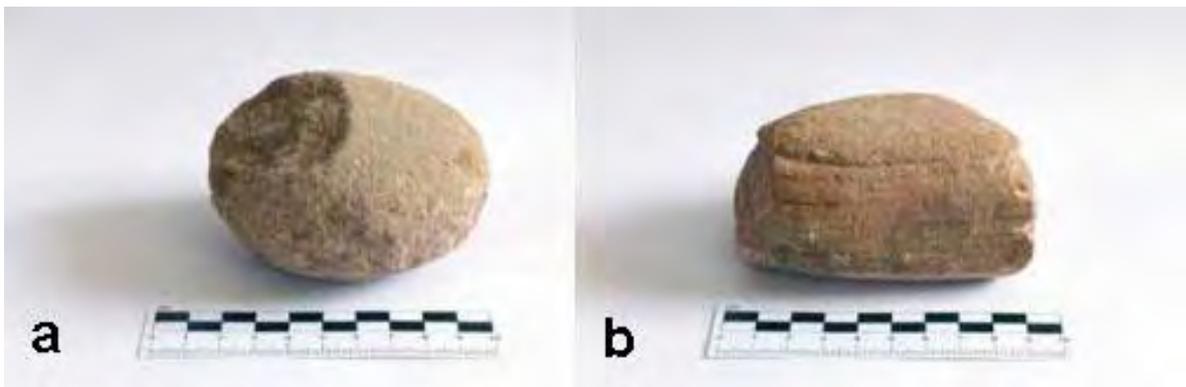


Figura 8: a. Percutor n° 15 (468 g); b. Percutor n° 16 (502 g)

Yunque

El yunque o percutor durmiente es la superficie pasiva sobre la que se realiza la acción de golpeo (Domingo *et al.* 2010). Se trata de un canto de arenisca, de sección oval, que presenta una pequeña concavidad sobre la que se han apoyado los frutos, favoreciendo así la sujeción y la percusión.

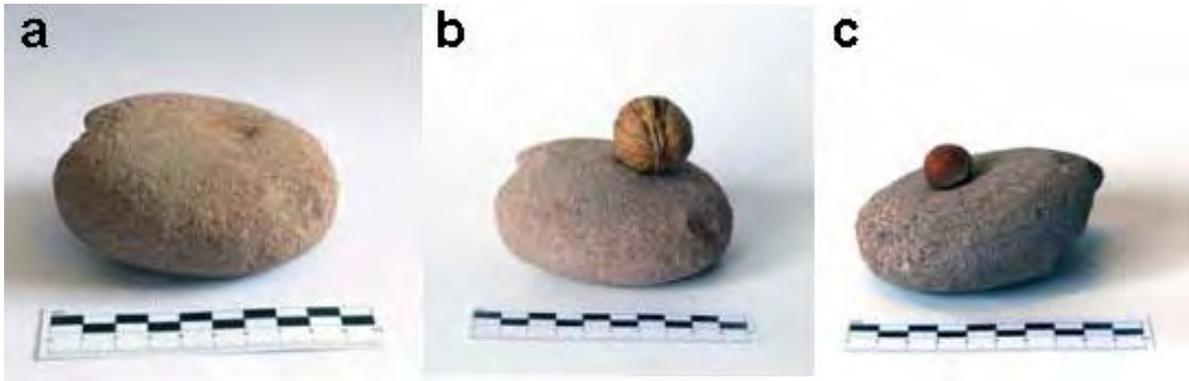


Figura 9: a. Yunque; b. Nuez sobre la concavidad; c. Avellana sobre la concavidad

Frutos secos con cascara

La avellana y la nuez han sido los frutos seleccionados para la experimentación por ser ambos de fácil acceso y diferentes entre sí, en cuanto a la tipología y características morfológicas. Al igual que ocurre con los percutores, tenemos un fruto de pequeño tamaño, la avellana, y otro de mayores dimensiones, la nuez. Este hecho nos permite movernos entre rangos máximos y mínimos. Es la variable que más escapa a nuestro control por razones obvias; la naturaleza es caprichosa.

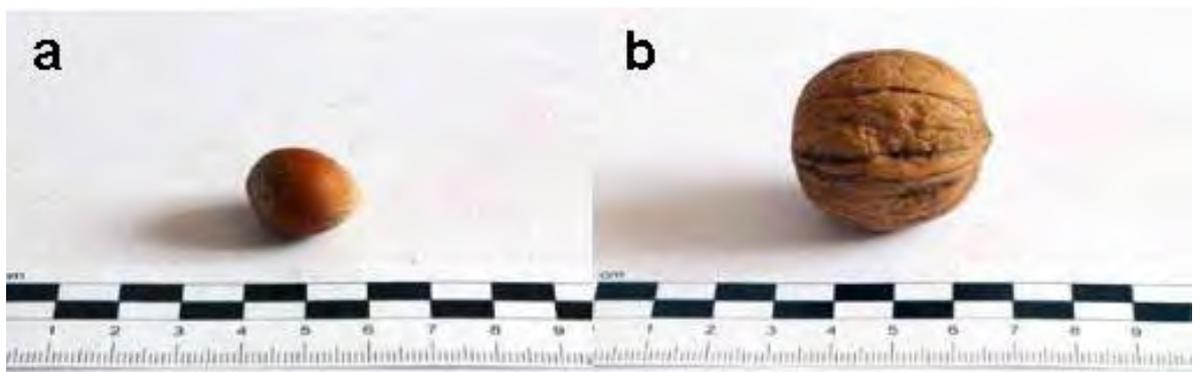


Figura 10: a. Avellana; b. Nuez

MEDIOS DE MEDICIÓN Y OBSERVACIÓN

La experimentación consiste en abrir avellanas y nueces utilizando los 16 percutores. Para ello vamos a usar un único movimiento que consiste en sujetar el fruto con la mano, aprovechando la concavidad del yunque. Este se va aplicar en cuatro series de golpes, lo que supone el uso de cuatro frutos secos por percutor. En definitiva, se van a utilizar 64 avellanas y el mismo número de nueces, lo que supone un total de 128 frutos secos. Todos los golpes se realizarán siguiendo el mismo gesto que se basa en dejar caer el percutor, invirtiendo el menor esfuerzo posible. Con esto se pretende que la fuerza del sujeto que realiza la acción no sea el factor predominante, que determine el número de golpes necesarios, frente al peso de la pieza que es la variable que queremos analizar.

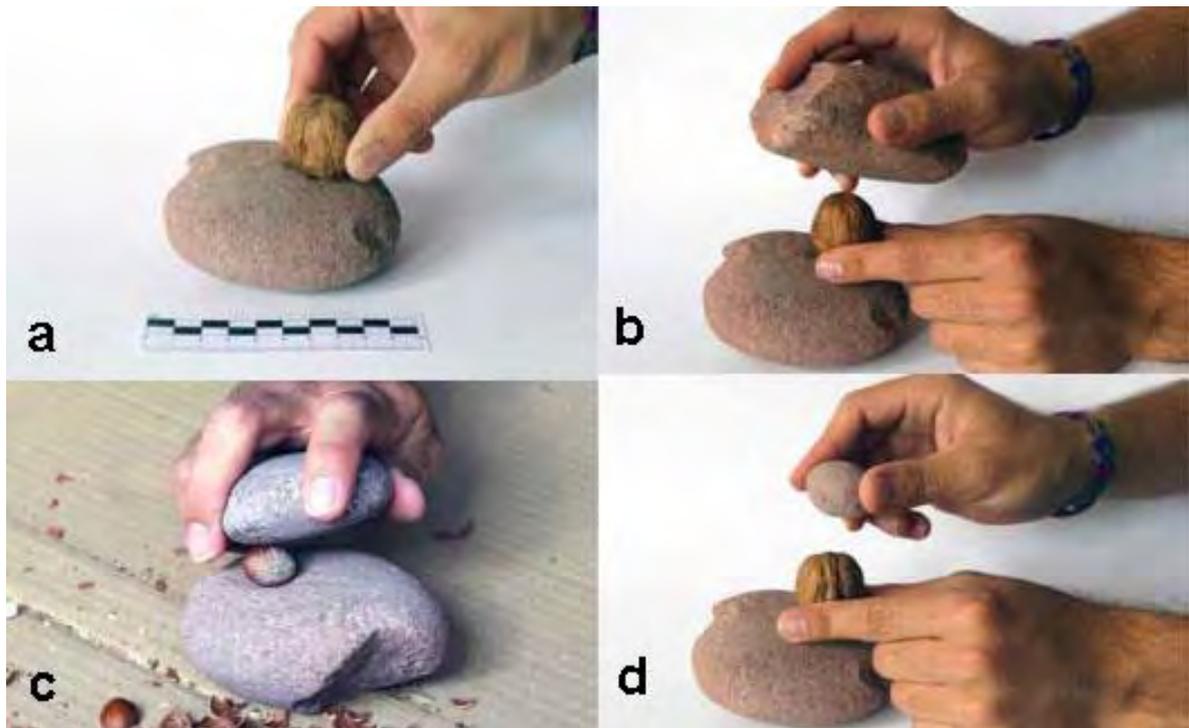


Figura 22. a. Sujeción del fruto; b golpeo con el percutor más pesado; c. tipo de golpeo lateral, no empleado en este trabajo; d. golpeo con el percutor más pequeño

De este modo, obtenemos una serie de datos cuantitativos que vamos a recoger de manera sistemática en una hoja de cálculo para su posterior interpretación. En ella quedan reflejadas las diferentes variables, al igual que el número de sesiones de las que consta el experimento. Esta tabla irá acompañada de un escrito y un anexo fotográfico, ambos destinados a completar la información y registrar posibles observaciones derivadas de la experimentación.

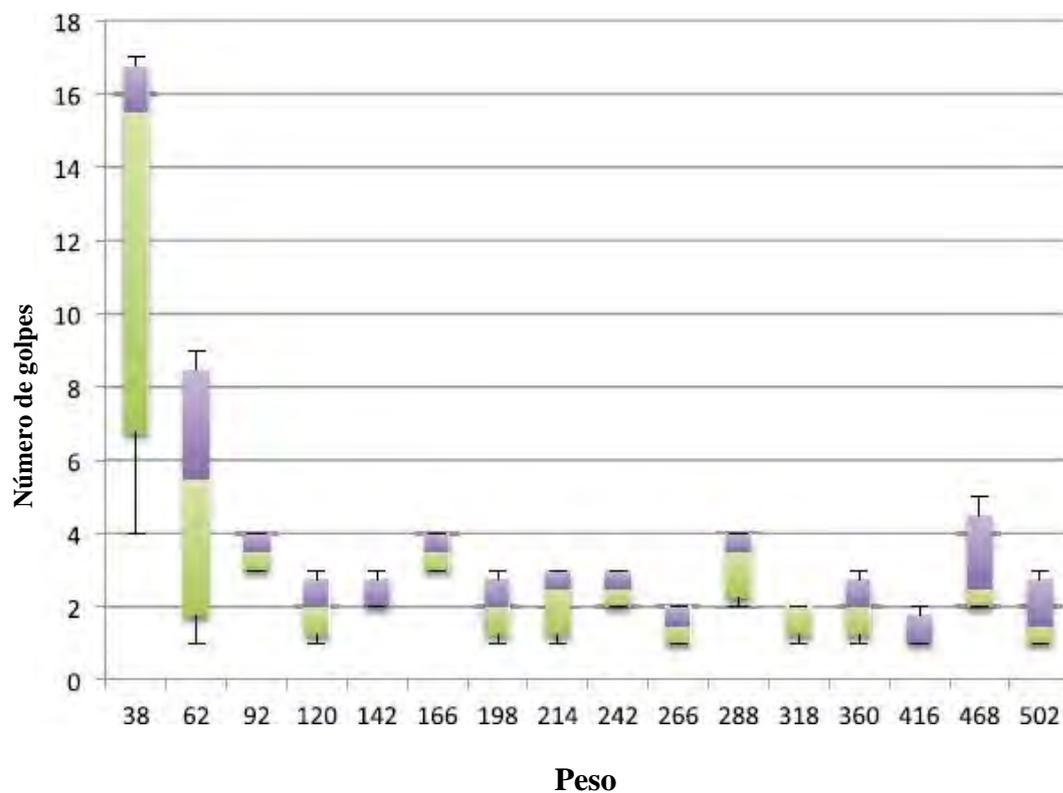
N.º de percutor	Peso	Tipo de fruto							
		Serie 1	Estado del fruto	Serie 2	Estado del fruto	Serie 3	Estado del fruto	Serie 4	Estado del fruto
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Dado que los datos obtenidos en su mayoría son cuantitativos el método de análisis elegido es la elaboración de una serie de gráficas denominadas de caja y bigotes. Estas nos ofrecen información sobre los valores mínimos y máximos, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, así como de los valores atípicos y la simetría de la distribución. Con esta representación pretendemos determinar cuál es el percutor de menor y mayor peso más eficaz. Entendemos por eficaces aquellos percutores que con un menor número de golpes abren el fruto. Para ello hemos agrupado los datos según el tipo de fruto en dos tablas, una destinada a las avellanas y otra para las nueces. A partir de estos valores procedimos a realizar dos gráficas cuyas representaciones son las siguientes:

Análisis gráfica Avellanas

	Tabla A															
	Peso de los percutores															
	38	62	92	120	142	166	198	214	242	266	288	318	360	416	468	502
Sesión 1	15	4	4	2	3	3	3	3	3	2	4	2	3	2	5	3
Sesión 2	16	7	4	2	2	4	2	3	2	2	4	2	2	1	2	2
Sesión 3	4	9	3	3	2	3	1	2	2	1	3	2	1	1	2	1
Sesión 4	17	1	3	1	2	4	2	1	3	1	2	1	2	1	3	1



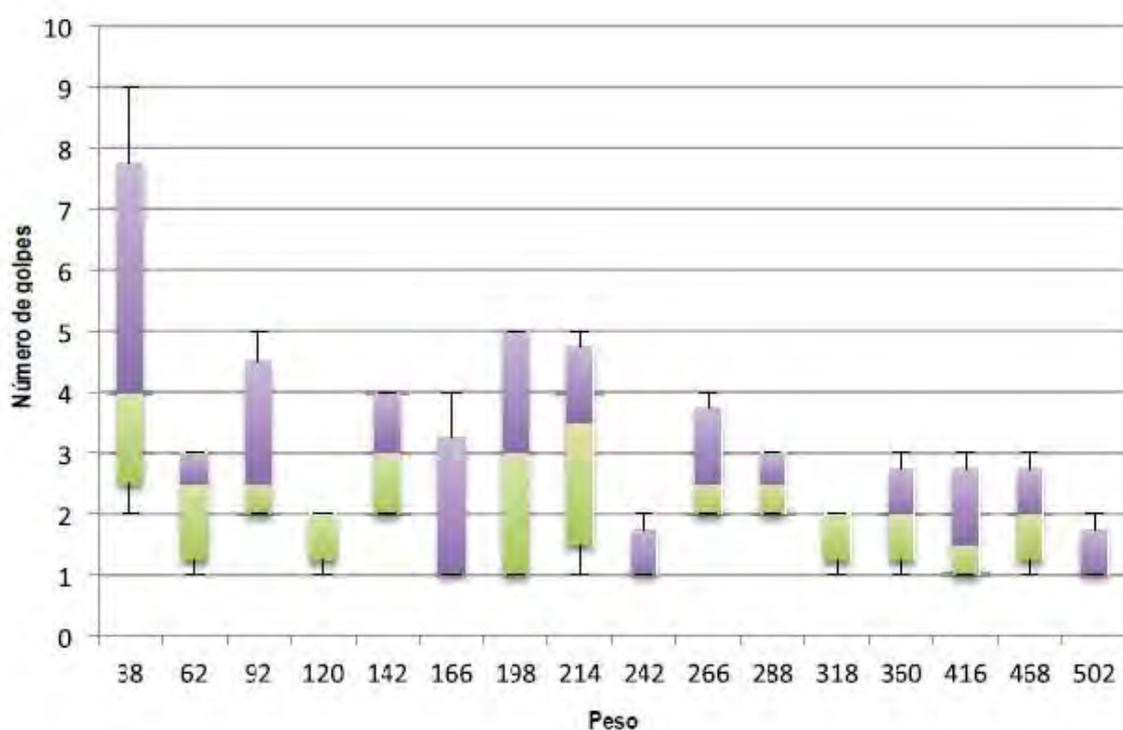
La gráfica nos muestra la relación entre el peso de los percutores y el número de golpes que han sido necesarios para abrir cada una de las cuatro avellanas. Observamos que el percutor 5 de 14 g ha resultado ser el más eficaz dentro de los de menor peso ya que la frecuencia de los golpes, sus valores medios y extremos (mínimos y máximos) presentan una gran proximidad entre sí dando lugar a una caja de pequeñas dimensiones. Esto significa que los datos de las medidas estadísticas, es decir, el número mínimo de golpes que ha empleado un percutor para abrir el fruto, el número máximo y la mediana de los golpes, son iguales o muy similares.

Por otro lado, el percutor 14 de 416 g es el que ha obtenido una mayor eficacia dentro de los valores pesados. Al igual que en el caso anterior, presenta un gráfico reducido que viene a representar la concentración y proximidad de sus datos.

Análisis gráfica Nueces

Tabla B

	Peso de los percutores															
	38	62	92	120	142	166	198	214	242	266	288	318	360	416	468	502
Sesión 1	4	1	2	1	2	1	5	3	2	2	2	2	1	2	2	1
Sesión 2	4	2	2	2	2	1	1	4	1	2	3	2	2	1	3	1
Sesión 3	2	3	3	2	4	1	1	1	1	3	2	1	3	1	2	1
Sesión 4	9	3	5	2	4	4	5	5	1	4	3	2	2	3	1	2



Esta gráfica indica que el percutor con menor peso y que ha obtenido la mayor eficacia para abrir las nueces es el número 9 con 242 g. En el otro extremo encontramos el 16 de 502g, el percutor mayor de la serie y el más eficaz. Resaltar como dato curioso que ambos presentan los mismos valores en el número de golpes.

Por otro lado, hemos analizado la variable estado del fruto tras los impactos, que nos permite profundizar en la eficacia de nuestras herramientas. De esta forma vamos a considerar mejores percutores aquellos que obtengan frutos pelados enteros. Si observamos los más eficaces de la serie podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Los percutores 5 y 14 con las avellanas muestran una efectividad del 100% al obtener 4 de 4 frutos enteros. Este comportamiento parece una constante ya que de 64 avellanas solo

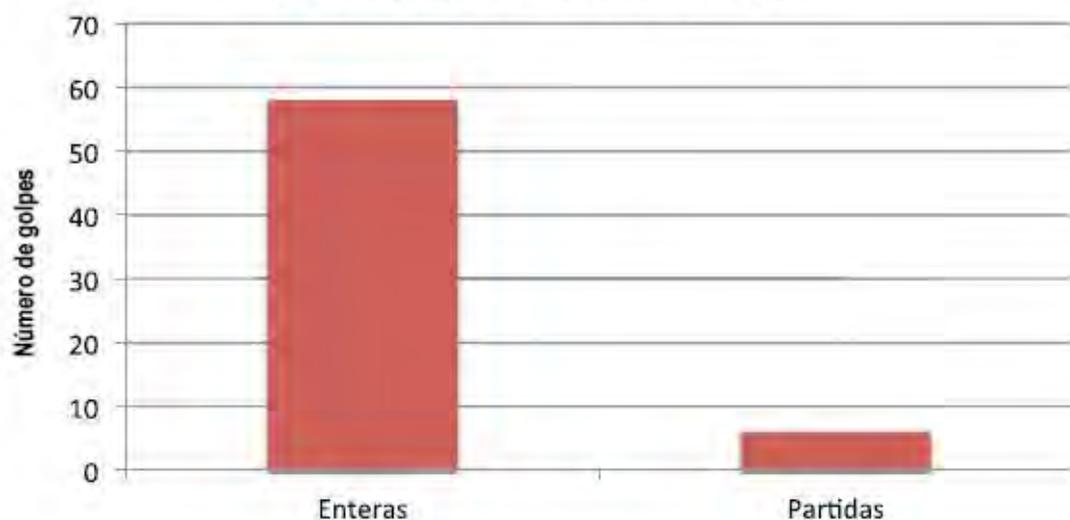
6 se han partido. Por ello podemos afirmar que las características morfológicas y estructurales de este fruto predominan frente a la forma y dimensiones del percutor.

El caso de las nueces es distinto. Mientras que el percutor 9, el de menor peso, rompe 3 de 4, el número 16 solo una. Al igual que ocurría con las avellanas, los dos percutores más eficaces siguen una tendencia que vemos reflejada en el gráfico: obtenemos un 50% de cada tipo. En suma, las nueces frente a las avellanas son más frágiles.

Estos resultados están relacionados directamente con el tamaño del fruto (la nuez presenta una mayor superficie para golpear, por lo que se ve más afectada) y con el movimiento elegido para ejercer el impacto (las nueces se sujetan mejor que las avellanas).

Avellanas				
Percutores	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
38	entero	entero	entero	entero
62	entero	entero	entero	entero
92	entero	entero	entero	entero
120	entero	entero	partido	entero
142	entero	entero	entero	entero
166	entero	entero	entero	entero
198	entero	entero	entero	entero
214	entero	entero	entero	entero
242	entero	entero	entero	partido
266	entero	entero	entero	partido
288	entero	entero	entero	entero
318	entero	entero	entero	partido
360	entero	entero	entero	entero
416	entero	entero	entero	entero
468	entero	entero	partido	entero
502	entero	entero	partido	entero

Estado de las avellanas tras los impactos



Nueces

Percutores	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
38	entero	entero	partido	entero
62	entero	entero	partido	partido
92	partido	entero	entero	entero
120	entero	entero	partido	entero
142	entero	entero	partido	entero
166	partido	partido	partido	entero
198	entero	partido	partido	entero
214	entero	partido	partido	entero
242	partido	entero	partido	partido
266	partido	entero	entero	entero
288	partido	partido	partido	partido
318	partido	partido	partido	entero
360	entero	entero	partido	partido
416	entero	partido	partido	entero
468	partido	partido	partido	partido
502	entero	entero	entero	partido

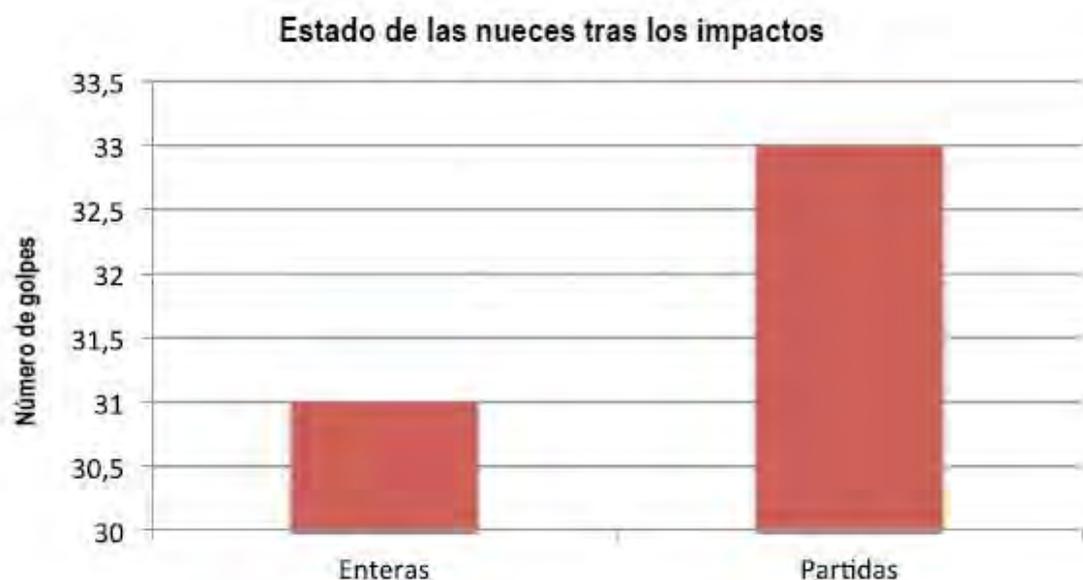


Figura 12: a. Avellana partida; b. Nuez partida (izquierda) y entera (derecha)

Otras observaciones

- La disposición de los valores mínimos referidos a los golpes, en el caso de las avellanas, es menor frente a las nueces. De este modo, los golpes quedan concentrados en un rango de 4-1 para las avellanas y 5-1 para las nueces. Esto está relacionado con la diferente consistencia de los frutos.
- Mientras que en el caso de las avellanas el peso mínimo y máximo se establece en los extremos (142-416 g), en las nueces aparecen a partir del percutor 8, más allá de la mitad, con lo que podemos concluir diciendo que los percutores pesados son mejores para las nueces. Por el contrario, en las avellanas el peso no parece ser un factor determinante para observar la eficacia del percutor.
- El experimento ha venido a demostrar que aquellos percutores que a priori creíamos más eficaces son los menos útiles. No se da la relación entre mayor peso mayor efectividad.
- Los cuatro percutores más eficaces presentan una serie de características comunes. En primer lugar, una forma oval y plana en sus dos caras, siendo más estrecha en uno de sus

extremos, lo que favorece la sujeción. Es el caso de las piezas 5, 14 y 16. El percutor 9, de sección circular y caras de tendencia curva, está ligado al segundo rasgo, la adaptabilidad a la mano. Se trata de percutores de manejo fácil y cómodo lo que está directamente relacionado con un mejor agarre y por lo tanto, un mejor golpeo y menor cantidad de impactos. En general, las dos tipologías formales nos han aportado diferentes resultados en relación con el estado del fruto: las formas planas tienden a sacar frutos pelados enteros, mientras que en las curvas hemos observado un mayor número de frutos machacados.



Figura 13: a. Zona de experimentación; b. Sesión de golpes

CONCLUSIONES

La presente experimentación a través del planteamiento de unos parámetros extremos, el peso máximo y mínimo, y la cuantificación del número de golpes necesarios para abrir un fruto, nos ha permitido establecer en una serie de 16 percutores de arenisca aquellos comportamientos que se repiten y por tanto las características que hacen que a un percutor se le califique como eficaz.

Tras realizar la apertura de 4 nueces y 4 avellanas, un total de 8 frutos con cada uno de los 16 pesos observamos que los percutores con numeración 5, 9, 14 y 16 de 142, 242, 416 y 502 g respectivamente son los que muestran una mayor eficacia en la relación peso máximo y mínimo-menor número de impactos necesarios para abrir la cascara. Con estos pesos podemos señalar que una apertura eficaz se sitúa en un intervalo entre 1 y 5 golpes para las nueces y 1 y 4 para las avellanas. Este análisis se completa con la suma de las variables estado de los frutos después del golpeo. Mientras que con las avellanas nuestros percutores consiguen un 100% de frutos enteros, en las nueces obtienen un 50% de enteras y otro 50% de partidas. Esto se debe a la distinta naturaleza y comportamiento de los frutos empleados, cuyo control se nos escapa.

Además de los datos numéricos hemos manejado valores cualitativos mediante los cuales hemos podido llegar a la siguiente conclusión: los percutores planos y alargados con buena prensión son los que mejores series de golpes realizan, lo que se traduce en un menor número de golpes necesarios y por lo tanto más eficacia.

A pesar de que la experimentación ha seguido un método sistemático hay muchos datos que se nos escapan o que son poco precisos, debido a que variables como la fuerza aplicada con el percutor o la calidad de los frutos empleados son difíciles de controlar. Para

ello, y con vista a futuros trabajos, sería interesante contar con una máquina que ejerciera siempre la misma fuerza para así hacer prevalecer el peso del útil y no el esfuerzo del experimentador. Por el momento nos quedamos con los resultados de esta aproximación a los pesos mínimos y máximos eficaces.

Agradecimientos

A Felipe Cuartero por compartir sus ideas y a Alejandro Muñoz por prestar sus manos a la experimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- DOMINGO, I. BURKE, H. y SMITH, C. (2010): *Manual de campo del arqueólogo*. Ariel, Barcelona.
- EIROA, J.J. (2003): *Nociones de prehistoria general*. Ariel, Barcelona.
- COPYLEFT TITAPG (2008): “Diagrama de Caja y Bigotes”, *Estadística para todos*, [página web] fecha de acceso: 23 de junio de 2014.
<http://www.estadisticaparatodos.es/taller/graficas/cajas.html>
- “Gráfica de caja y bigotes”, *Wikipedia* [artículo wiki] fecha de acceso: 23 de junio de 2014.
http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_caja
-

Los combustibles en las lámparas del Paleolítico superior

Estefanía Pérez Martín¹ y David Muñoz Domínguez²

Resumen

El presente trabajo pretende arrojar algo de luz a la existencia de lámparas en el Paleolítico Superior, un objeto que ha pasado desapercibido para los grandes estudiosos de la Prehistoria.

No cabe duda de que el fuego en la Prehistoria sería una materia insustituible para el hombre, ya que debemos tener en cuenta que estamos hablando de un periodo de la historia donde el frío estaba muy presente, por lo que se convertía en un instrumento ideal para caldear los recintos y sobrellevar el frío, al igual que era utilizado para cocinar, defenderse de animales salvajes, etc. Pero también era muy útil para la iluminación, ver en la oscuridad de la noche o en la profundidad de las cuevas era algo fundamental para nuestros antepasados.

La aparición de las lámparas hace unos 40.000 años coincide con uno de los grandes cambios culturales que se produjeron en la historia, la aparición del “arte”: pinturas, adornos personales, complejos sistemas de armas... Parece evidente pensar que las lámparas hicieron posible el desarrollo del arte murario en las cuevas, ya que estos objetos permitían tener luz en las profundidades de las cuevas. Por ello es importante conocer qué tipo de combustible y mecha utilizaban para fabricar las lámparas.

Palabras clave: Paleolítico superior. Lámparas. Combustible. Mecha.

Abstract

The aim of the present study is to provide some information about the existence of the lamps in the Upper Paleolithic, an object that has not been studied in depth by the researches.

There is not the slightest doubt that in the Prehistory the fire was really important to the humans, because of cold weather in that period. For this reason, the fire was an essential tool in order to heat the enclosures and to endure the cold, the same as cooking, to defend themselves of the wild animals, etc. Also the fire was usefulness to light up, to see in the dark night or in the depth of the caves, something fundamental for our antecedents.

The appearance of the lamps 40.000 years ago coincides with one of the great cultural changes of the history, the appearing of Art: paintings, personal ornaments, complex systems of weapons... It seems evident to think that the lamps made possible the development of the rock art in the caves, considering that these objects afforded to have light in the depth of the caves. Because of this it is important to know the type of fuel and wick used by the prehistoric people to manufacture the lamps.

Keywords: Upper Paleolithic. Lamps. Fuel. Wick.

¹ Universidad Autónoma de Madrid (UAM). estefania.perezm@estudiante.uam.es

² Universidad Autónoma de Madrid (UAM). david.munnoz@estudiante.uam.es

PLANTEAMIENTO GENERAL. CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA ABORDADA

El objetivo del trabajo propuesto es la comprobación del tipo de combustible más adecuado para la iluminación de cuevas, abrigos, etc., en el Paleolítico Superior. Debemos tener presente que estas lámparas son de un tamaño reducido en comparación a lo que nos podríamos encontrar en los yacimientos, en donde además, es posible que se usaran distintos tipos de soporte, siendo el más utilizado la piedra. En nuestro caso hemos optado por usar un recipiente homogéneo, de un material que no altere los valores estudiados y con una convexidad determinada para que albergara líquidos. Para ello se consideró oportuno escoger unas cucharas de metal, obteniendo resultados bastante satisfactorios.

El soporte es bastante importante para el devenir de la mecha. Se han encontrado distintos tipos de soporte tallados en piedra en el que destacamos dos; de circuito cerrado y abierto. El segundo de ellos tenía una hendidura que servía para que la grasa líquida sobrante del combustible se pudiera expulsar, no alterando con ello la llama. En nuestro caso, este hecho no lo hemos tenido en cuenta, ya que como hemos comentado, nuestros soportes son de latón y pertenecerían al tipo cerrado, donde el soporte carece de hendidura.

Si seguimos los estudios de la arqueóloga francesa Sophie Archambault de Beaune, las mejores grasas son las que se funden rápido y a baja temperatura, y con poco tejido adiposo. Por lo general, la mayoría de lámparas en el Paleolítico Superior estaban compuestas por las grasas de los grandes herbívoros (bóvidos, cerdos y caballos), utilizando como mechas más productivas las de liquen, enebro y musgo, teniendo todas ellas como característica principal su gran acción capilar que haga absorber bien la grasa y retarde con ello el consumo del pabilo. (Beaune y White 1993: 57)

No sólo se usaron grasas animales para la quema de lámparas, también se usó bastante el tuétano como combustible, especialmente para iluminar las cuevas a la hora de pintar. Parece ser que el humo que desprende el tuétano al quemarse no oscurece las paredes, un hecho de gran importancia si se quería obtener un resultado aceptable.

Se desconoce cuándo se usó el tuétano como combustible, pero parece ser que ya en el Paleolítico Superior era frecuente este uso para la realización de pintura, pero se han encontrado restos en Atapuerca que se pueden datar del Paleolítico Medio e incluso Inferior. (Fundación Atapuerca 2007: 11)

Al parecer, pese a lo que se pensaba, la cera de abeja también fue un elemento recurrente como combustible, lo cual ha sido determinado según un estudio que se llevó a cabo en la cueva malagueña de Ardales por Pedro Cantalejo y María del Mar Espejo, miembros la Red de Patrimonio de Guadaltelba. A esto hay que sumar el estudio experimental que realizaron, donde pudieron observar que la cera daba mucha más luz y duraba más que la grasa animal. (Caso de los Cobos 2011)

Por último, en la obra de Sophie A. Beaune (1987: 109) cabe destacar otros tipos de combustibles utilizados para lámparas en la prehistoria, donde destacamos;

- *Minerales*: carbón, lignitos y petróleo (nafta)
- *Vegetales*: plantas (árboles, arbustos, algas, turbas...), raíces, resina (fósiles o ámbar), aceites de frutos secos...

Con todo esto, según los diferentes estudios, proponemos como una primera hipótesis acerca del combustible en las lámparas del Paleolítico que el tuétano y la cera de abeja son los combustibles más eficaces, lo cual se aprecia por la temperatura y luminosidad que desprenden. A continuación en nuestro trabajo intentaremos comprobar si esto es cierto y porqué.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la elaboración del trabajo es la quema de diferentes combustibles del mismo peso, con una mecha similar, y la sucesiva medición de la luminosidad y temperatura. Las mediciones se llevaron a cabo en un periodo de tiempo estimado de unos 5 minutos entre cada toma para ver la evolución de la mecha.

Los aparatos utilizados para dichas mediciones fueron el luxómetro y pirómetro del laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid, al igual que la báscula de precisión que se utilizó para pesar de los distintos combustibles y mechas.

Por su parte, los materiales utilizados para la realización del experimento fueron:

- *Mecha*: estopa, hongo yesquero y musgo.
- *Combustibles*: grasa de cerdo, cera de abeja, tuétano de cordero, aceite de oliva, resina de pino.

En cuanto a los materiales cabe decir que la grasa de cerdo ha sido escogida por ser la más apta para ello, creemos que es la menos adulterada químicamente puede estar de entre las otras grasas animales como la de caballo. Algo parecido nos pasaría con el aceite, es complicado encontrar aceite 100% virgen en el mercado, por ello consideramos oportuno decantarnos por el de oliva, que a priori puede ser el menos alterado.

Para el estudio que tenemos ante nosotros contamos con tres tipos de variables: una fija, otra independiente y otra dependiente. Las variables fijas que hemos utilizado han sido las cantidades, tamaño, y el soporte. Respecto a la primera medida citada, nos referimos al peso que hemos utilizados para los combustibles y para la mecha. La cantidad de combustible utilizada es la misma en todos los casos, siendo esta de 2g/ml, dependiendo de si el combustible era sólido o líquido, lo cual era una cantidad no muy grande, pero que nos permitió obtener unos resultados interesantes. En el caso de las pruebas mixtas se tomarán 1g/ml de cada uno de los combustibles que se van a utilizar en esa prueba. Por otro lado, el peso que utilizamos para la mecha rondaba los 0,03-0,05 g, a excepción del musgo, que tuvimos que emplear un peso un poco mayor para que funcionara, siendo este de 0,15-0,25 g. En cuanto al tamaño de mechas utilizamos 3cm como medida estándar, dejando siempre 1cm de mecha fuera del combustible. Hay que mencionar que las mechas utilizadas no eran del todo uniformes como era nuestro propósito inicial, puesto que la estopa no la encontramos en cordaje industrial, y el hongo yesquero tampoco destaca por su

homogeneidad, por tanto se decidió tomar esos pesos y medidas anteriormente mencionados para que se asemejaran lo máximo posible entre sí. Una última variable fija serían los soportes, para lo cual se eligieron unas cucharas de metal, todas ellas del mismo tamaño, aunque la piedra debía mantener y recoger el calor un poco diferente, pero no se hubiese conseguido soportes homogéneos.



Figura .1 Materiales (combustibles, mechas y soporte)

Si atendemos a las variables independientes estas serían el tipo de combustible utilizado (ya mencionado en este mismo punto en un párrafo anterior), las mezclas de estos combustibles con otros para ver si se producen distintos resultados, el tipo de mecha y la posición en que se coloca a la misma. Todas estas variables afectarían al resultado final de la lámpara. Por último, como variable dependiente tendríamos la eficacia de la lámpara en general, atendiendo a parámetros de temperatura, luminosidad y duración de la misma.

Análisis

En el presente apartado se van a tratar los resultados obtenidos tras las experimentaciones con los distintos combustibles y mechas. En primer lugar, vamos a presentar unos gráficos que reflejan la temperatura y la luminosidad en el tiempo de las llamas que se producían con los diferentes combustibles y con las combinaciones de ellos. Es importante aclarar que los resultados reflejados en estos gráficos no son los de todas las pruebas realizadas, sino que de cada tipo presentados en ellos (ej. grasa o aceite con resina) se escogió la prueba que consideramos que obtuvo mejores resultados. A su vez, se separan los gráficos entre combustibles en solitario y combustibles mixtos para conseguir una lectura más fácil de los gráficos. También se puede apreciar que se hace una diferenciación de los

combustibles poniendo A, B o C al final de ellos. Esto se refiere a la mecha utilizada en cada caso, correspondiendo la A con la estopa, la B con el hongo yesquero y la C con el musgo.

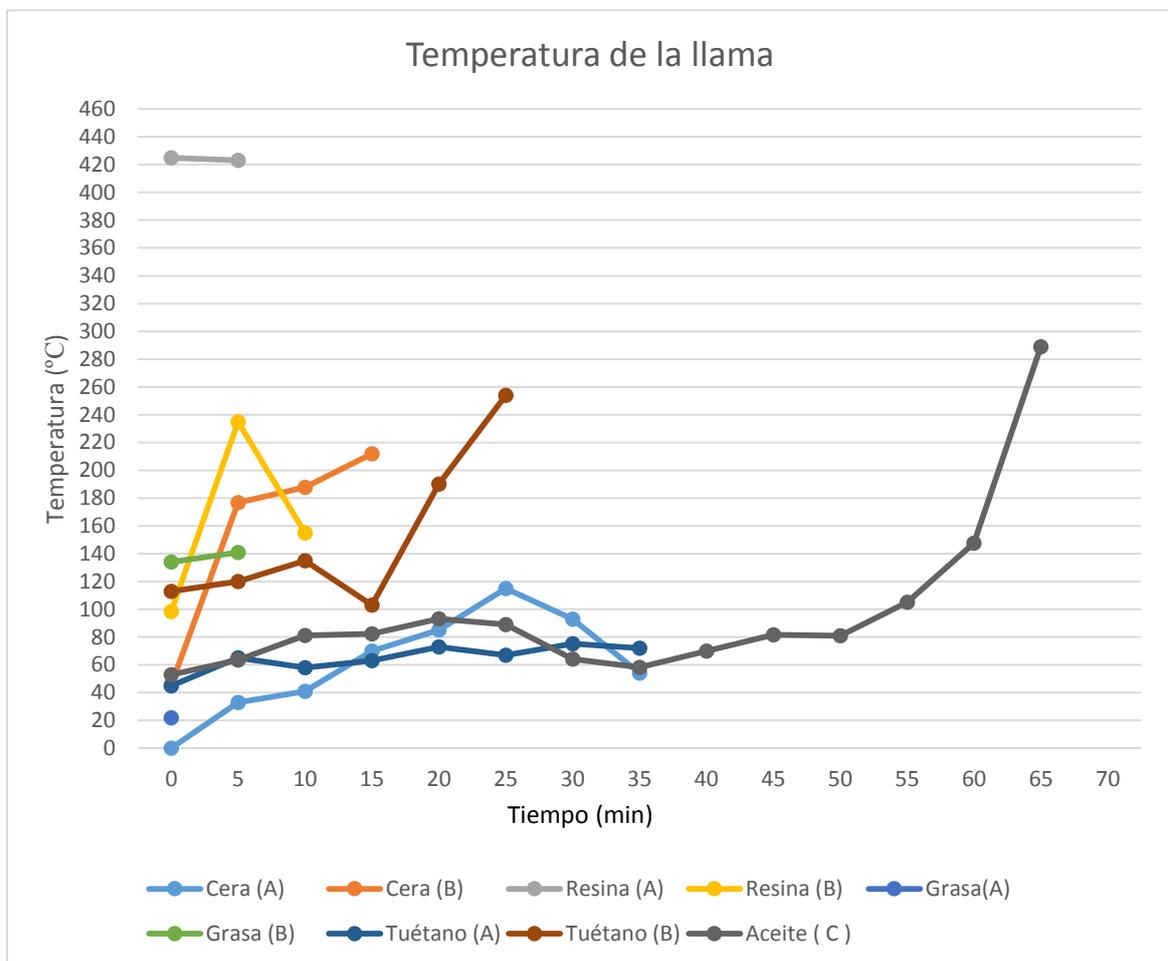


Figura 2. Gráfico de temperatura de las llamas

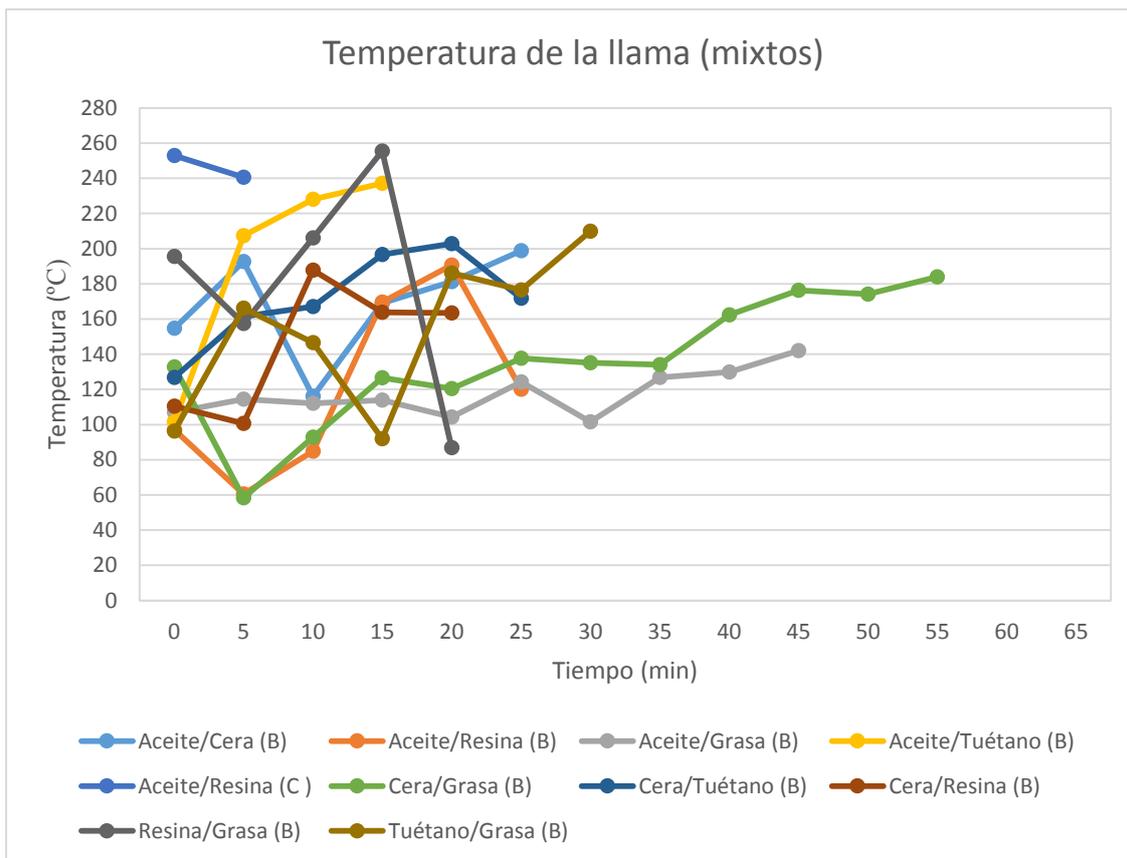


Figura 3. Gráfico de temperatura de la llama (mixtos)

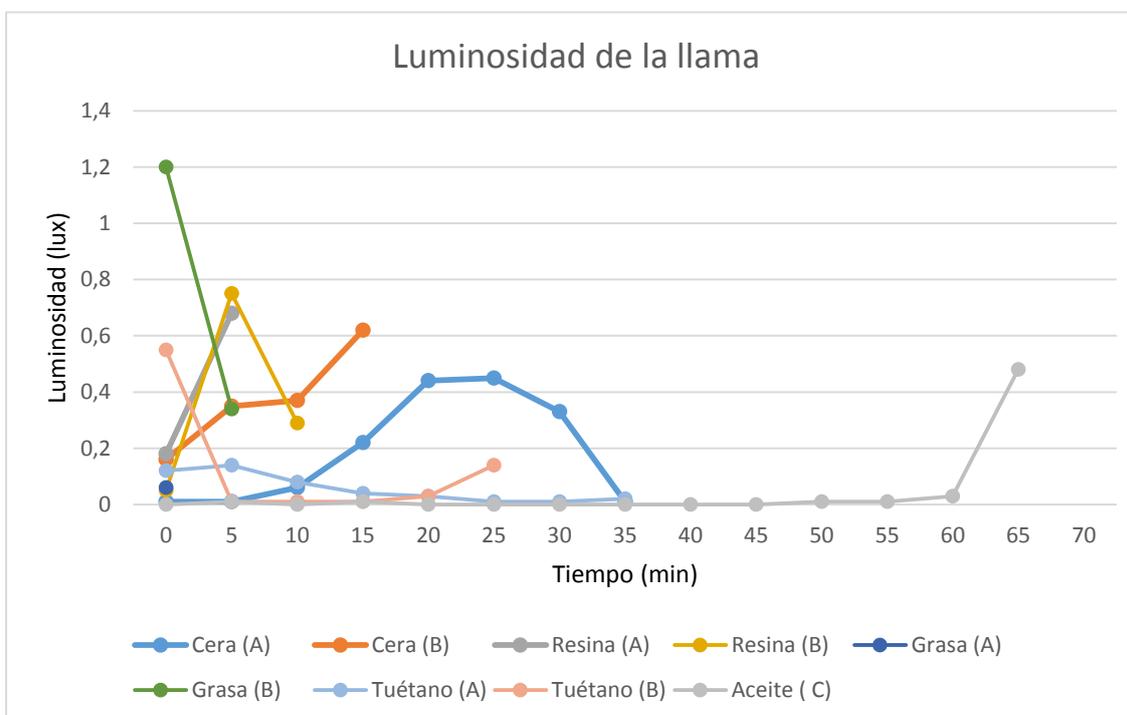


Figura 4. Gráfico de luminosidad de la llama

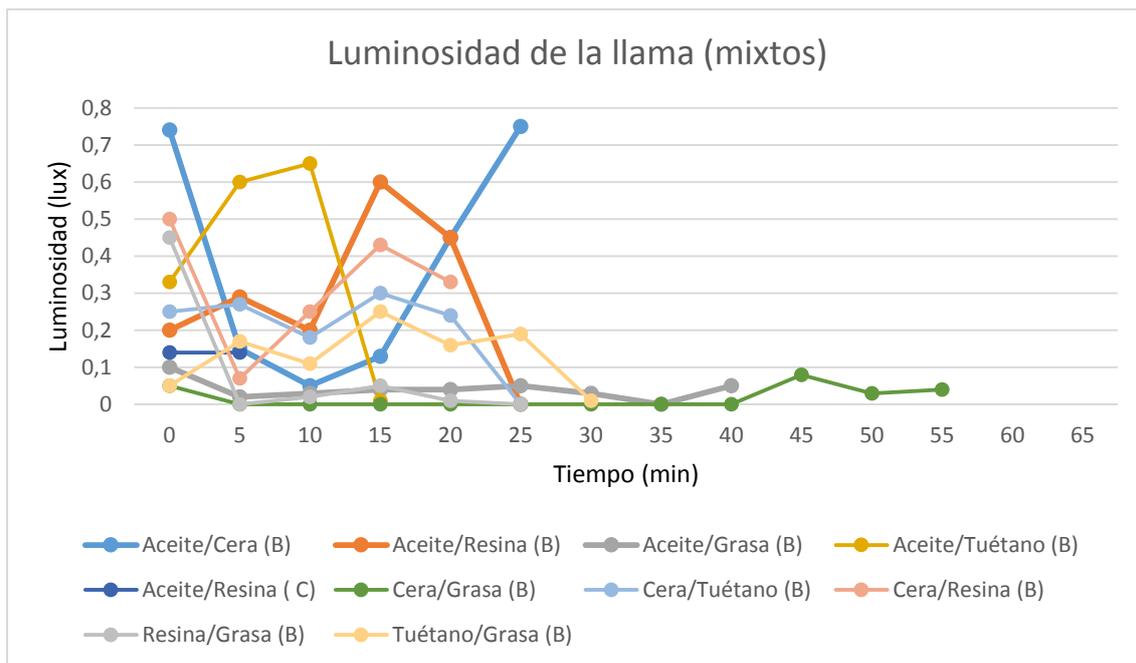


Figura 5. Gráfico de luminosidad de la llama (mixtos)

A continuación presentamos una tabla comparativa en la que se muestran diversos resultados de las pruebas realizadas. Por un lado hemos obtenido una media de temperatura y otra de luminosidad de todos los valores tomados en las diferentes pruebas de cada tipo, por lo que es de entender que cada tipo de llama puede dar más temperatura y más luminosidad de la presentada, y viceversa. También hemos querido mostrar la duración aproximada de cada llama, puesto que parte de eficacia de una lámpara está en el tiempo que aguante en funcionamiento. Por otra parte, a lo largo de la experimentación hemos tenido varios intentos fallidos en los que descubrimos que el problema estaba en cómo se colocaba la mecha, por lo que en la tabla se quiere mostrar cual es la colocación óptima de la mecha según nuestros resultados. El último apartado al que hace referencia esta tabla es si la mecha se encendía rápidamente o no, lo cual haría que una mecha también pudiese ser más útil que otras.

	Valor medio temperatura (°C)	Valor medio luminosidad (lux)	Duración aproximada (min)	Colocación mecha	Prende rápido (si-no)
Cera (A)	70, 1	0,21	30-35	Vertical	Si
Cera (B)	134,5	0,45	15-18	Vertical	Si
Resina (A)	117	0,42	8-10	Horizontal	Si
Resina (B)	171,94	0,64	9-10	Horizontal	Si
Grasa (A)	22	0,06	1-3	Vertical	Si
Grasa (B)	115, 06	0,68	3-7	Vertical	Si
Tuétano (A)	67, 6	0,05	25-37	Vertical	Si
Tuétano (B)	131,36	0,29	20-26	Vertical	Si
Aceite (C)*	97, 04/303,85	0,06/0,04	68/10	Horizontal	No/no
Aceite/cera (B)	172,58	0,32	25-29	Vertical	Si
Aceite/resina (B)	120, 45	0,24	22-25	Horizontal	Si
Aceite/resina (C)	246,8	0,14	5-7	Horizontal	No
Aceite/grasa (B)	117,6	0,04	45-50	Vertical	Si
Aceite/tuétano (B)	193,45	0,39	12-16	Vertical	Si
Cera/grasa (B)	132,7	0,01	51-59	Vertical	Si
Cera/tuétano (B)	168,15	0,19	25-28	Vertical	Si
Cera/resina (B)	143,18	0,24	17-22	Vertical	Si
Resina/grasa (B)	133,86	0,17	20-28	Vertical	Si
Tuétano/grasa (B)	169, 07	0,19	23-30	Vertical	Si

**Se hicieron dos pruebas con aceite y musgo: una encendiendo el musgo tras haberlo empapado de aceite previamente, y otra de encendido en seco (se muestran ambos resultados respectivamente).*

Figura 6. Tabla comparativa

Tras ver todo esto, pasamos a realizar un análisis propiamente de los resultados, en los cuales hay varias cosas interesantes que se pueden destacar. Primeramente nos gustaría resaltar la importancia que tiene la mecha para que un combustible pueda ser bueno o malo, y pueda funcionar la lámpara o no. Tras varios intentos fallidos, observamos que la colocación de la mecha era un elemento muy importante para que nuestro experimento tuviese éxito. En las primeras pruebas colocábamos las mechas de forma horizontal en la cuchara, de manera que quedase parte de la mecha fuera de la cuchara para poder encenderla. Esto hacía que la llama no llegase al combustible al chocar con el soporte, y si llegaba se apagaba enseguida porque se ahogaba. Tras esto pasamos a colocar la llama de forma vertical en aquellos combustibles sólidos en los que era posible (grasa, tuétano y cera), produciéndose así resultados más satisfactorios. No obstante, había un factor más que debíamos tener en cuenta: los centímetros de mecha que quedaban fuera del combustible y los centímetros que quedaban dentro. Dependiendo de estos centímetros era necesario encender la mecha una vez o más. Tras varias pruebas, al final se vio que las lámparas funcionaban bastante bien dejando 1 cm fuera y 2 cm dentro del combustible. En el caso de la resina la mecha se metía por dentro, pero de manera horizontal, dejando también 1 cm por fuera aproximadamente, lo que hacía que al final toda la mecha ardiese al mismo tiempo.

Respecto al musgo como mecha para el aceite, se observó que para que funcionase se debía prender previamente a meterlo en el combustible.



Figura 7. Colocación de la mecha en resina, grasa, tuétano y cera

Por otra parte, salta a la vista que la grasa como combustible único no dura prácticamente nada, a pesar que en los estudios de Beaune hemos visto que se trataba de un combustible bueno. Esto puede ser debido a que la prueba la estamos haciendo en un soporte cerrado, por lo que el combustible no tiene escapatoria, haciendo que la mecha caiga por su propio peso y termine ahogándose la llama. Sin embargo, en el momento en que juntamos la grasa con otro combustible no se presenta ningún problema, sino que por el contrario da resultados bastante buenos. Ante esto, no sabemos si considerar las pruebas de la grasa sola como intentos fallidos, o considerarlo como pruebas buenas, pero no resultando ser un combustible bueno para este tipo de lámparas cerradas. Sería interesante profundizar más en este tema realizando aún más pruebas para observar los resultados y contrastar nuestros experimentos con soportes de tipo abierto.

Un dato que no hemos recogido en la tabla, pero que creemos interesante es el humo en las llamas, y la morfología de estas. Solamente en aquellas lámparas en las que el combustible fuese resina, o fuese uno de los combustibles, salía de la llama un humo muy negro, lo cual podría quedarse marcado en las paredes. A su vez, las llamas provenientes de la resina daban un color amarillo mucho más oscuro, mientras que las otras lámparas daban una luminosidad más blanquecina. También la morfología de estas llamas eran distintas, puesto que no daban la sensación de ser una llama cerrada, que acabase en una punta más o menos redonda, sino que su parte superior era de una forma horizontal o en otros casos prolongada como si se la estuviese estirando. Para poder hacer una idea de lo que estamos intentando explicar aquí vamos a poner una serie de fotos con ejemplos, en los que se aprecia más o menos estas características de las llamas.



Figura. 8: a. Lámpara de resina; b. Lámpara de resina y aceite; c. Lámpara de cera (vela); d. Lámpara de aceite y cera

Otro aspecto que se refleja en los gráficos y en la tabla, es que, en líneas generales, a más temperatura que tenga la llama, menos tiempo durará encendida, puesto que se consumirá antes el combustible y la mecha. Decimos en líneas generales ya que hay algunos ejemplos de pruebas con combustibles mixtos en los que esta regla no se cumple estrictamente, como se ve en las pruebas del aceite y la cera, o el tuétano y la grasa, las cuales dan resultados bastante buenos, en los que la temperatura media es alta y el tiempo que dura la llama encendida es bastante prolongado. Por otro lado, se puede establecer una correlación entre temperatura y luminosidad, porque si atendemos a los gráficos podemos observar que en los minutos en los que da una temperatura más alta también hay mayor luminosidad, y viceversa. Por tanto se puede decir que la relación temperatura-tiempo es inversamente proporcional, y la relación temperatura-luminosidad es directamente proporcional.

Viendo todos estos datos se puede decir que de las mechas utilizadas la que nos ha aportado mejores resultados ha sido el hongo yesquero. La estopa no era mala como combustible y se podía utilizar como mecha, pero no es tan útil como el hongo. Por otro lado teníamos al musgo, el cual era buena mecha, pero tenía el inconveniente de que se prendía muy mal, y había que estar mucho rato dándole con fuego para conseguir que le saliese una llama. Por tanto, la mecha juega un papel muy importante en el uso de una lámpara.

Por último, hay que analizar los combustibles propiamente dichos, ya que es lo que realmente nos interesaba en este trabajo. En primer lugar vemos que la resina nos da unos valores medios de temperatura y luminosidad muy importantes, siendo de los valores más altos que nos han dado en las pruebas. No obstante, el inconveniente que presenta es que no dura mucho, por lo que no sería de mucha utilidad si se apaga enseguida. Además, no hay que olvidar que de él se desprende un humo muy negro. Con esto se ve que es muy importante que temperatura, luminosidad y duración estén en consonancia para dar una mayor eficacia. Por otra parte ya se ha hablado de los problemas que presentaba la grasa, por lo que para este tipo de recipiente no es adecuada. En el caso del aceite tampoco es el combustible más óptimo, puesto que si tiene una gran duración en el tiempo no presenta altos valores de temperatura y luminosidad, y si los presenta la duración en el tiempo se hace muy corta, por lo que no es muy funcional. A esto se suma que no puede utilizarse con él cualquier tipo de mecha, puesto que con estopa y con hongo los intentos salieron fallidos porque se ahogaban, y el problema del musgo es, como ya hemos dicho, la tardanza en prenderse. Según los resultados obtenidos calificamos como los mejores combustibles a la cera y el tuétano, los cuales presentan unos valores similares y tienen un buen equilibrio entre los tres valores que se medían. Además, presentan un comportamiento bastante homogéneo durante todo su tiempo de encendido.

No hay que olvidar las pruebas mixtas, de las cuales se obtuvieron resultados bastantes propicios, como si al unir dos combustibles mejorasen las características de ambos. Entre las combinaciones que consideramos más exitosas están presentes siempre los dos combustibles que antes hemos mencionado como más óptimos: aceite/cera, cera/tuétano, tuétano/grasa. Al unir dos combustibles se observa en general que se produce un aumento de temperatura y duración de la llama, aunque la luminosidad disminuye un poco, lo cual le resta un poco de eficacia si lo que se pretendía era iluminar una cueva, pero realmente tampoco tanto, habiendo también un buen equilibrio entre temperatura, luminosidad y duración.

CONCLUSIONES

Si recordamos la primera hipótesis que habíamos formulado antes de empezar el experimento por diferentes estudios que habíamos consultado, en la que proponíamos como combustibles más eficaces al tuétano y a la cera ya que daban bastante luminosidad y temperatura, podríamos pensar tras los resultados que esta hipótesis estaba en lo cierto. Sin embargo, creemos que esta hipótesis no era del todo correcta porque no estaba completa, ya que daba a entender que la eficacia de los combustibles de las lámparas venían solamente de unos valores altos de temperatura y luminosidad, pero como hemos podido observar a lo largo del experimento hace falta tener en cuenta otros factores.

Es importante para medir la eficacia de una lámpara el contar con el tipo de mecha adecuado, que ésta esté en una posición correcta, que tenga una durabilidad importante, el tipo de lámpara o soporte elegido,... Por ejemplo, si atendemos solamente a temperatura y luminosidad tendríamos que decir que el combustible más apto sería la resina, puesto que nos daban los valores más altos en estos dos ámbitos. Sin embargo, presentaba una durabilidad muy corta, por lo que perdía su utilidad. Si atendiésemos a cada uno de los factores por separado la cera y el tuétano no tendrían los mejores resultados en muchos casos,

pero al ponerlos todos en conjunto es cuando se demuestra la eficacia de estos combustibles, puesto que todos los valores están en sintonía, y crean unas lámparas eficaces.

Por otro lado, hay que hacer mención a los importantes resultados obtenidos con las pruebas de las lámparas con combustibles mixtos. Se ha percibido que en general los valores obtenidos tenían una mejora, a excepción de la luminosidad, que daba unos valores iguales o un poco menores. Sobre todo, se han visto buenos resultados en las mezclas en que aparecía o el tuétano o la cera, aunque también hay otras combinaciones provechosas. El ver que se obtenían buenas lámparas al mezclar combustibles es muy interesante, puesto que traía ventajas en el sentido de que se producían lámparas eficientes y porque era un buen recurso cuando no se tenía suficiente combustible de un tipo solo. No hemos leído ningún estudio sobre lámparas de combustibles mixtos, pero no descartamos la posibilidad de que sí se diesen durante el Paleolítico Superior por las ventajas que traían.

Tras esto se puede proponer que la cera y el tuétano son buenos combustibles en soportes cerrados, en donde su eficacia se ve favorecida por una buena mecha como el hongo yesquero, y una buena colocación de ella, más concretamente en colocación vertical/inclinada, todo lo cual producirá unos resultados equilibrados en temperatura, luminosidad y duración de llama, que inducirá a crear lámparas eficientes y útiles.

BIBLIOGRAFÍA

- BEAUNE, S.A., (1987): *Lampes et godets au paléolithique*, Éditions du CNRS, Paris.
- BEAUNE, S.A. y WHITE, R. (1993): “Las lámparas de la Edad de Hielo”. *Investigación y ciencia* 200: 54-59.
- CASO DE LOS COBOS, G. (2011): “Cueva de Ardales (Málaga): el 'Homo sapiens' utilizó cera de abeja para hacer lámparas, según un estudio”. *Terrae Antiqua* [blog] (fecha de acceso: 15 de mayo de 2014).
http://terraeantiquae.com/group/prehistoria/forum/topics/cueva-de-ardales-malaga-el-homo-sapiens-utilizo-cera-de-abeja-par#.U3T64Pl_uSp
- FUNDACIÓN ATAPUERCA (2007): “Arqueología Experimental. Una lámpara de Tuétano”. *Diarios de los yacimientos de la sierra de Atapuerca* 23: 11 (fecha de acceso: 15 de mayo de 2014).
<http://www.diariodeatapuerca.net/Lamparadetuetano.pdf>
-

Experimentación de la técnica decorativa de boquique

Gabriel de Santa Ana Aguiar¹ y Alazne Talotti García²

Resumen

El término “boquique” hace referencia a la técnica de decoración cerámica reconocida en la excavación del Abrigo de Boquique, en Cáceres (Maluquer 1956). Su ejecución presenta diversas variantes, aunque siempre con el denominador común del rehundido de la punta del punzón en el interior de la raya incisa. Sin embargo, la definición de la técnica decorativa, ajustándola de manera precisa no es tarea fácil. Aproximándonos al problema desde la Arqueología Experimental, el presente trabajo trata de dar respuesta a un aspecto gestual y de esta controvertida técnica decorativa.

Palabras clave: Boquique. Cerámica. Decoración.

Abstract

The term “boquique” refers to the technique of ceramic decoration first recognized during the excavations in *Abrigo de Boquique* (Cáceres, Spain). Its execution has several variants, but what all of them have in common is the mark inward of the awl point inside the incised line. However, defining with precision of the decoration technique is not an easy task. This paper deals to give an answer to a gestural issue of this decorative technique from the Experimental Archaeology approach.

Keywords: Boquique. Pottery. Decoration.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Marco teórico

Este trabajo se enmarca en el ámbito de la Arqueología Experimental, que en la actualidad está considerada como una herramienta de gran utilidad a la hora de estudiar las actividades y tecnología del pasado, en especial la de la Prehistoria. Baena (1997: 3), define la Arqueología Experimental como “un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que de forma rigurosa admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad”. La esencia está en el planteamiento de hipótesis a través de la elección de diferentes variables que a partir de la experimentación, lo más rigurosa posible, den respuesta en este caso a los posibles problemas surgidos en torno a un resto arqueológico –ya sea el proceso de elaboración, la utilidad, etc–.

Siguiendo los modelos planteados por autores anglosajones como Coles, Callahan o Whittaker, señalados por Baena (1997: 4), de los tres tipos definidos, en este trabajo se tratará de trabajar en los que se clasifican como “modelos de experimentación rigurosos con poco o bajo control de variables” y con “modelos rigurosos con alto control de variables”, aunque con un “trabajo previo de experimentación no riguroso orientado a la adquisición de habilidad en la realización del gesto técnico”.

¹ Universidad Autónoma de Madrid. gabriel.santaana@estudiante.uam.es

² Universidad Autónoma de Madrid. alazne.talotti@estudiante.uam.es

La técnica decorativa de Boquique: definición

“En 1920, Pedro Bosch Gimpera daba a conocer un lote de cerámica prehistórica de gran interés, procedente de una localidad extremeña próxima a Plasencia (Cáceres), la llamada "cueva del Boquique". Se trataba de un lote poco numeroso de fragmentos cerámicos, que presentaban una técnica decorativa que hasta aquel momento no había sido individualizada en el registro arqueológico conocido de cerámicas antiguas españolas. Este procedimiento consistía en que el trazado de las incisiones se efectuaba sobre la superficie blanda del vaso antes de su cocción, no mediante líneas seguidas, sino por rayas en cuyo fondo aparecían una serie de hoyuelos, es decir, por una técnica que más adelante se denominará de *punto en raya*, como si al arrastrar el punzón o estilete sobre la superficie, de modo sucesivo se hubiera rehundido para crear voluntariamente una raya de sección longitudinal irregular” (Maluquer 1956: 179).

La aparición durante las excavaciones en el Abrigo del Boquique, en Cáceres, de un conjunto de cerámica con esta técnica decorativa, desconocida en aquel momento es lo que da el nombre a la decoración estudiada en este trabajo. Pérez de Barradas la llamó decoración de “punto y raya” (*las líneas llevan en su interior puntos hechos apretando el punzón*) a ese modo decorativo (Alday 2009). Su ejecución responde a diversas variantes, aunque siempre con el denominador común del rehundido de la punta del punzón en el interior de la raya incisa (Maya y Petit 1986: 53). Sin embargo, la definición de la técnica decorativa, ajustándola de manera precisa no es tarea fácil. La amplia gama de términos que se usan en su descripción y de las posibles variantes que se esconden tras él –boquique, asimilable al boquique, impresiones tangenciales, aproximación de impresiones, impresión más arrastre, punto y raya, punto en raya, punto y línea...– hace que exista una larga terminología que apela a formas distintas de alcanzar, según gestos, un relativo similar modo expresivo.

Este listado terminológico para describir el boquique avisa sobre la propia técnica: detrás se esconden varios gestos técnicos, muy próximos entre sí, en donde la impresión es un elemento imprescindible pero el arrastre no tiene por qué estar presente, además que en la mayor parte de los casos los recipientes son bruñidos –suele provocar rebabas en los bordes de los surcos, dependiendo del estado de la pasta–. Pero el boquique, el específico punto y arrastre, obliga a una cuidada y lenta elaboración. Su mayor complejidad técnica le confiere el valor añadido de la exigencia de un aprendizaje –al menos una experimentación– (Alday 2011: 66). Sin embargo, para Maluquer en realidad la técnica de boquique es simplemente una técnica de incrustación, puesto que lo que se busca es la formación de un alveolo irregular para conseguir una mayor adherencia de la sustancia blanca que debe resaltar sobre la superficie oscura del vaso, para producir el efecto de una decoración pintada, que es en definitiva lo que se quiere imitar.

Desde ese punto de vista la cerámica de boquique es técnicamente análoga a la cerámica excisa, con la que aparece casi siempre asociada. Se diferencia de ella sólo en el hecho de que el tema decorativo lo representa la incrustación en aquella, mientras que la excisa es la superficie reservada del vaso que destaca sobre la incrustación que actúa de telón de fondo (Maluquer 1956: 188). Respecto a la localización de la decoración, se observa que en su mayor parte se reserva para decorar el tercio superior –aunque esta tendencia a decorar solo la porción superior de los contenedores es general, y no específica del boquique–. Hay que diferenciar entre temas básicos y temas específicos. Los *temas básicos* –estructuras

lineales simples-, son: A. Línea (s) horizontal (es); B. Línea (s) vertical (es); C. Línea (s) oblicua (s); D. Línea (s) en ángulo; E. Línea (s) curva (s) –a menudo a modo de guirnaldas–; y F.- Serpentiniforme –o línea sinuosa– (Fig. 1). Respecto a los *temas específicos*, se encuentran: G. Serie de líneas horizontales – interrumpida–; H. Juego de metopas; I. Escaleriforme; y J. Triángulo relleno (Fig. 1) (Alday 2009).

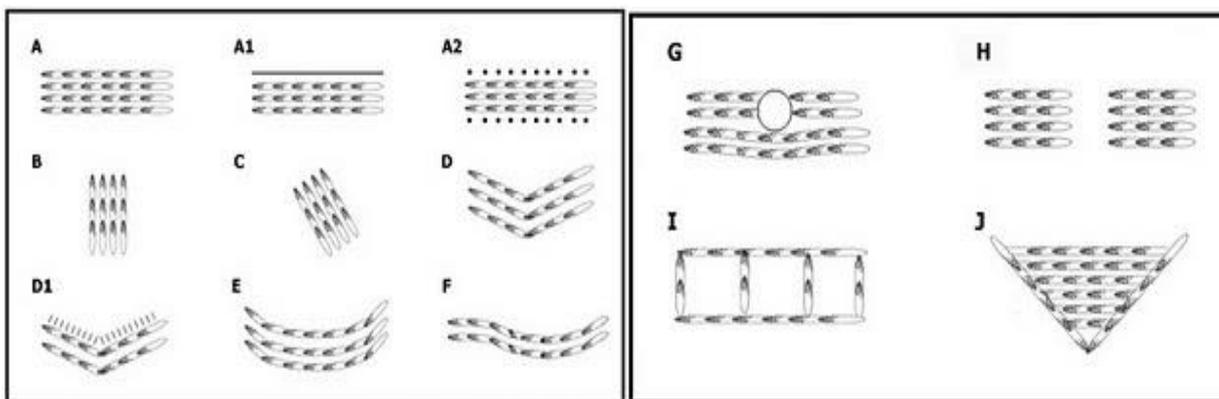


Figura 1: Temas básicos de decoración de boquique (Alday 2009)

HIPÓTESIS Y VARIABLES

El planteamiento del trabajo ha tenido en cuenta lo realizado previamente a nivel de experimentación sobre diferentes aspectos del procedimiento decorativo boquique –gesto técnico, útiles, ángulo de ataque–. A pesar de no contar con una amplia bibliografía del tema en cuestión, la que hay presenta abundantes estudios. Éste es el caso de Alday (2009 y 2011), que trabajó sobre plastilina y cerámica con instrumental de hueso y madera esta técnica decorativa, y que también citó a Mínguez como otro caso de investigación experimental sobre soportes cerámicos aunque con instrumental metálico. Teniendo en cuenta lo expuesto, el trabajo recoge la hipótesis de Alday (2009) respecto al ángulo de ataque del punzón necesario para realizar la decoración tipo boquique.

En dicho trabajo planteaba que la técnica decorativa se realizaba con un ángulo de penetración del punzón de entre 30° y 45° y proponía que con 90° no sería posible ya que al actuar sobre un recipiente, el arrastre de la mano sobre la cerámica dejaría huellas. Nosotros, tras realizar experiencias de aproximación, incluyendo una nueva variable, planteamos que esto no es así, aún sin tener la pericia ni la experiencia de Alday, consideramos que esta hipótesis no es válida. Para refutar que sí se puede realizar decoración de tipo boquique con un ángulo de ataque de 90°, la tabla 1 recoge las diferentes variables con las que se ha llevado a cabo la experimentación:

Hipótesis/Pregunta arqueológica					
¿Es posible realizar la técnica decorativa boquique con un ángulo de ataque de 90°?					
VARIABLES INDEPENDIENTES					
Arcilla industrial					
VARIABLES DEPENDIENTES					
Ángulo		Soporte		Instrumento	
45°	90°	Placa	Cuenco	Punzón de Hueso	Punzón de Madera.

Tabla 1: Hipótesis y variables consideradas para la experimentación

Lo que se ha realizado, a modo de resumen, es una serie de trabajos sobre placa de arcilla usando un punzón de hueso con ángulos de ataque de 45° y 90° y de igual manera con punzón de madera. También se ha trabajado sobre recipientes empleando las mismas variables. Para ello empleamos en todo momento arcilla industrial, realizando la decoración con la cerámica en diferentes texturas –fresca y “semi-seca”–, aunque principalmente se ha trabajado con la arcilla “a punto de cuero”. Para realizar la decoración hemos empleado punzones –indicados en la tabla 1–, proporcionados por el Laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid (en adelante UAM).

Finalmente, el problema arqueológico que se busca responder es el mismo que plantean los estudios previos (Alday 2009, 2011; Mínguez 2005). En estos trabajos se trata de intentar definir la técnica decorativa de boquique y distinguirla de otras similares a partir de la experimentación. En nuestro caso, cambiamos las variables y ponemos a prueba la hipótesis planteada por Alday sobre el ángulo de ataque de 90°.

METODOLOGÍA

Para la puesta en práctica de la experimentación de la técnica decorativa se utilizó, como ya se ha adelantado anteriormente, arcilla industrial para el modelado de las placas y recipientes. Las primeras son aproximadamente de 1cm de grosor, mientras que los segundos entre 1 y 1,5 cm –elaborados mediante la técnica de modelado de pella–. Los útiles empleados son dos punzones, uno de hueso y otro de madera, proporcionados por el Laboratorio de Arqueología Experimental de la UAM y también una espátula de metal para cortar la arcilla (Fig. 2).

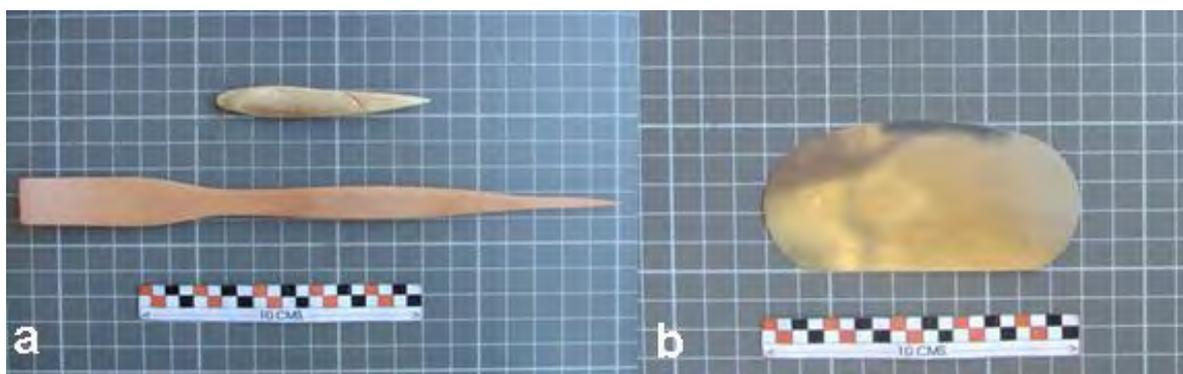


Figura 2: a. Punzones; b. Espátula

Una vez modelados los soportes se dejaron secar hasta que adquirieron una textura tipo cuero para que nos permitiera realizar la decoración (Tabla 2) aunque, como ya se ha señalado, también se probó la técnica con diferentes grados de humedad en la arcilla para comprobar la rebaba que dejaba, el grado de dificultad o la facilidad que planteaba cada textura a la hora de ejecutar el gesto técnico. Tras esto se procedió a realizar la decoración con dos ángulos de ataque diferentes con cada uno de los punzones, puesto que Alday (2009: 15) plantea que para distinguir la “técnica boquique” del “pseudo-boquique”, “asimilable a boquique” o “efecto boquique”, la clave está en el estudio de la sección. Según su idea, en el perfil de la punzada, el útil dejaría una impronta al realizar una sucesión de impresiones que genera perfiles oblicuos y el arrastre originaría líneas más horizontales.

Técnica decorativa de Boquique		
Instrumento	Procedimiento	Soporte
Punzón de Hueso	Apoyo y arrastre en 90°	Placa y recipiente
	Apoyo y arrastre en 45°	Placa y recipiente
Punzón de Madera	Apoyo y arrastre en 90°	Placa y recipiente
	Apoyo y arrastre en 45°	Placa

Tabla 2: Procedimiento de elaboración del sistema decorativo considerado en el proceso de experimentación. Fuente: elaboración propia

Sin embargo, nosotros no hemos encontrado ninguna fotografía de materiales cerámicos en sección que sostenga esta teoría, y lo cierto es que desde una óptica cenital hacer la diferenciación no es tan evidente en la práctica como la teoría. Considerando dicha afirmación, planteamos la realización de la decoración usando ambos ángulos de ataque en los diferentes soportes y útiles (Fig. 3), y cortar en sección las piezas para comprobar esta hipótesis a través de la observación del perfil resultante en función de las distintas variables probadas. Por un lado, la decoración sobre las placas empleando el ángulo de 90° respecto al soporte plano –aunque el agarre del instrumento resultaba extraño–, se resolvía de forma rápida y fluida, al igual que usando el de 45°. Por otro lado, en cuanto al soporte curvo, Alday (2009) planteaba, como ya se ha expuesto, que al atacar desde un ángulo que no fuera 40° ó 45°, el roce de la mano deformaría la pared del recipiente. Con base en las experiencias realizadas por nosotros, esto no tiene por qué ser así.

Al decorar el cuenco con un ángulo de ataque de 90°, el agarre se antoja extraño al compararlo con el que saldría natural como ocurre al atacar desde 45°. Sin embargo, esto no impide la posibilidad de realizar un boquique correctamente. Por lo que respecta al rozamiento de la mano con el recipiente a la hora de decorar no es apenas considerable y no causa ningún perjuicio a la hora de desarrollar el gesto técnico, salvo al llegar a la base del recipiente donde la ejecución se complicaba y hacía que el trazo se torciera quedando algo irregular. Finalmente, con todas las placas y recipientes ya decorados, procedimos a cortar las piezas en sección para comprobar el perfil originado como consecuencia de la decoración. Para realizar el corte en sección de ambos soportes utilizamos en un principio la espátula metálica, sin embargo el resultado no era del todo preciso puesto que al cortar parecía como si la espátula alisara parte del trazo. Por lo que optamos por un método más rudimentario pero que dio resultado, es decir dejar que la cerámica se secase –aunque todavía tenía cierta humedad– y partir las líneas decorativas con las manos.

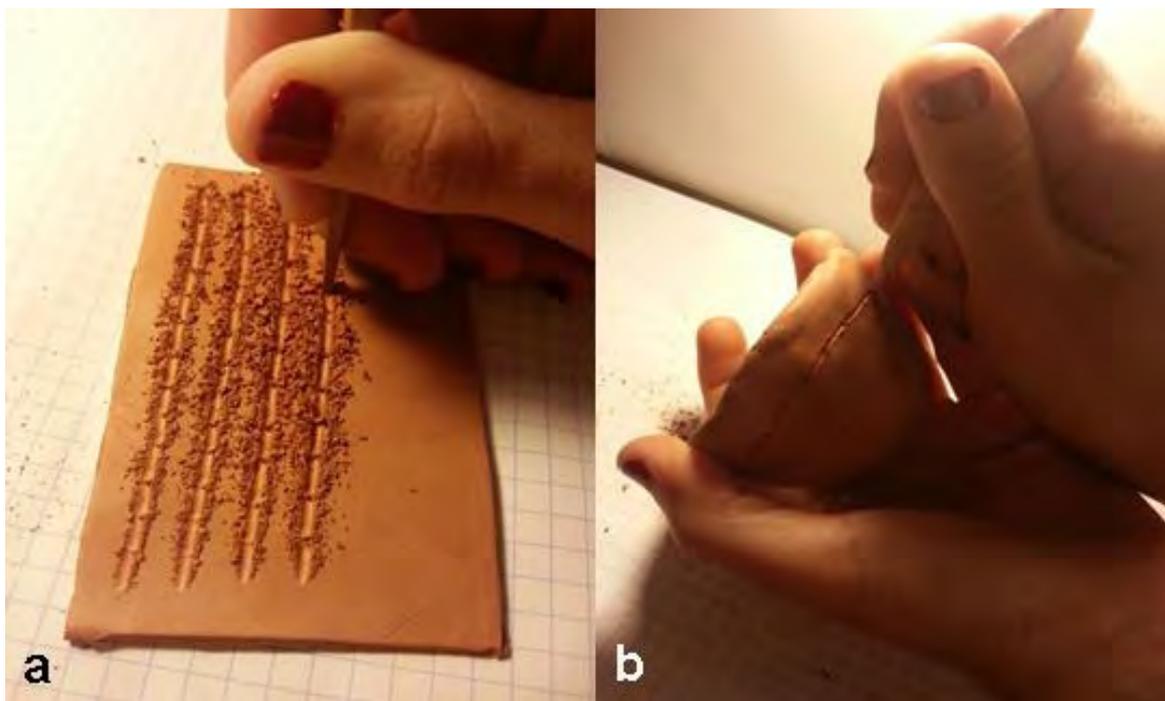


Figura 3:a. Decoración sobre placa con punzón de madera en arcilla semi seca; b. Decoración sobre cuenco con punzón de hueso

ANÁLISIS/DESARROLLO

Las discusiones sobre la técnica de decoración de boquique giran en torno a la definición de la misma y a las variantes que tienen cabida; los posibles parentescos técnicos o expresivos compartidos por otros modos aparentemente similares, como mecanismo para fundamentar orígenes y circulaciones; el encuadre temporal; y la relación con otros procedimientos decorativos de los inicios del Neolítico, es decir plantear la concurrencia, prelación u oposición entre distintos modos alfareros (Alday 2011: 65). Nuestro análisis se centra por un lado, en la comparación desde una óptica cenital de la decoración obtenida presente en los restos arqueológicos que hemos observado en la bibliografía consultada, la experimentación de Alday (2011) y la nuestra. Y, por otro lado, también se estudia la morfología de la punzada resultante en la sección con un ángulo de ataque de 45° y 90°.

Para el estudio de la morfología de la punzada, realizamos cortes de sección en las placas y recipientes decorados con todas las variables expuestas. Con base en la idea planteada por Alday (2009: 15) de distinguir el boquique en función del estudio del perfil resultante de la decoración, tanto al emplear el ángulo de ataque de 45° como el de 90°, nuestros resultados no muestran en ningún caso el perfil que él considera propio de la técnica de boquique, al no detectarse el trazado propio del arrastre (Fig. 4). Cuando realizamos los cortes en los fragmentos de recipientes, el resultado es el mismo (Fig. 5)

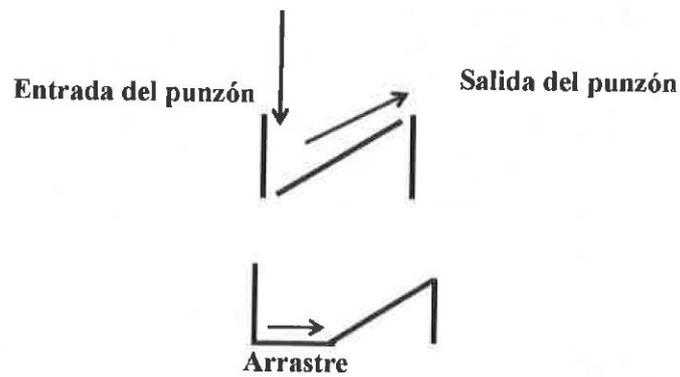


Figura 4: Esquema del desarrollo de la técnica “pseudoboquique” (arriba) y de “boquique” (abajo) (Alday 2009: 15)

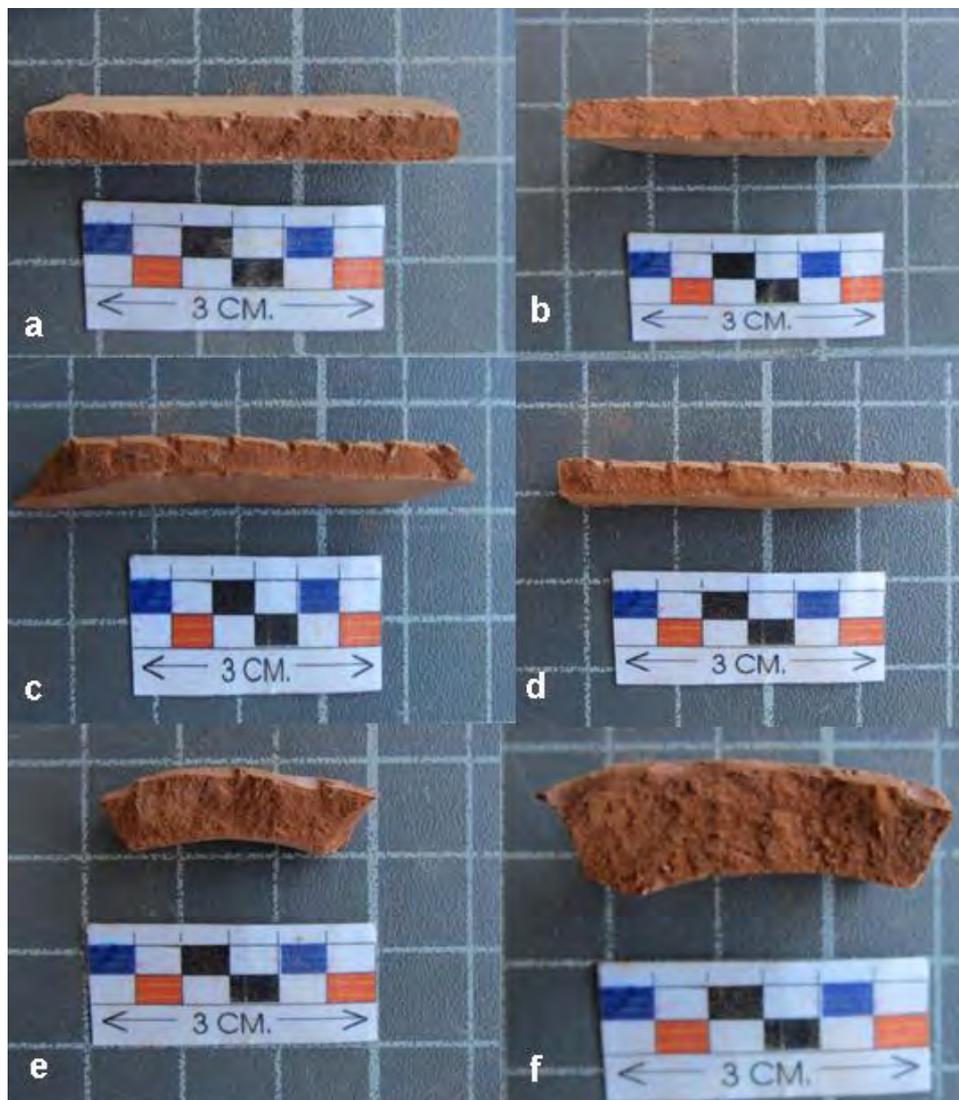


Figura 5: a. Sección placa 45° con punzón de hueso; b. Sección placa 45° con punzón de madera; c. Sección placa 90° con punzón de hueso; d. Sección placa 90° con punzón de madera; e. Sección recipiente 90° con punzón de hueso; f. Sección recipiente 90° con punzón de madera

Observando desde una perspectiva cenital los resultados obtenidos por Alday y los nuestros (Fig. 6), y comparándolos con las piezas originales de Atapuerca, se aprecia que los trazos son muy similares entre sí. Las únicas diferencias destacables son: que la impronta que dejan los instrumentos en la intersección entre punzada y punzada es más pronunciada que cuando se ataca desde 45° y que el caso del de madera es más visible que el de hueso, pudiendo observarse a nivel experimental en las marcas dejadas por los útiles de hueso y de madera. Sin embargo creemos que es posible limitar dicha impronta usando un instrumental más fino. En cuanto a la cadena que forma la sucesión de punzadas con ambos instrumentos el surco es muy similar en ambos casos y además esa similitud es observable también en la forma de los trazos de la experimentación de Alday (2011) y en las cerámicas de Atapuerca, en especial los números 2, 4 y 5 (Fig. 7).

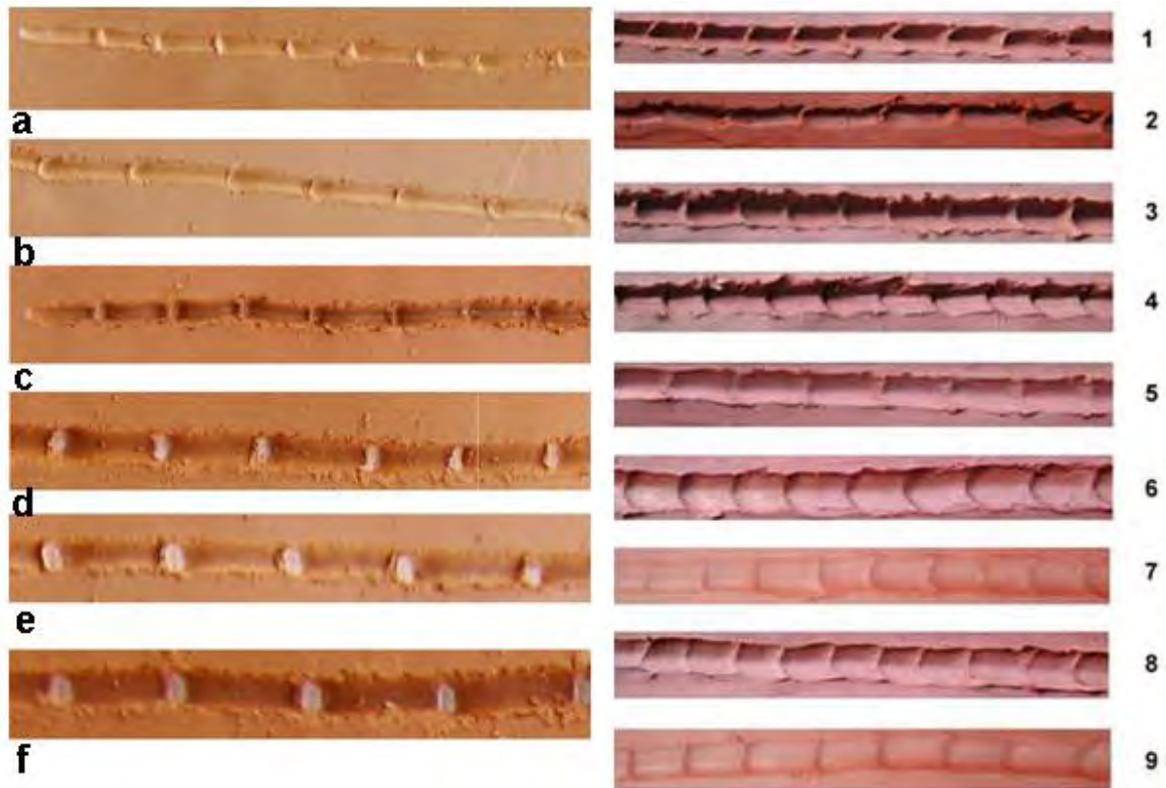


Figura 6: a-f. Reproducción experimental de decoración de boquique con ángulo de 90°, realizados con punzón de hueso (a-c) y de madera (d-f); 1-9. Reproducción experimental de boquique (Alday 2011: 74)



Figura 7: Cerámicas de la Cueva Mayor de Atapuerca, Galería del Sílex y Portalón (Alday 2011: 72)

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

La investigación sobre este tipo de decoración se remonta a la aparición en 1920 de un conjunto de cerámica sin precedentes, en la cueva que le da nombre. Durante muchos años, el debate estuvo abierto en cuanto a lo que se entendía por boquique de forma exacta, ya que se encontraron muchas piezas de cerámica que no se podía distinguir con claridad si estaban decoradas a peine o con gradina o si eran puntos incisos en incisiones lineales. No ha sido hasta la aparición de los primeros trabajos experimentales cuando aparentemente se ha logrado determinar con cierta precisión lo que es boquique y diferenciarlo de una serie de decoraciones que se denominan como “asimilable a” o “pseudo-boquique”.

El trabajo de placas y de recipientes cerámicos (Fig. 5) –de los segundos no tenemos conocimiento de que se haya realizado experimentación–, con todas las variables que hemos considerado ha dado buenos resultados. La decoración sobre placa mediante el gesto técnico de apoyo y arrastre, independientemente de la inclinación del punzón, resultó sencilla y se obtuvieron improntas muy similares en todos los casos. Sin embargo se pueden observar ciertos detalles que consideramos que pueden indicar a simple vista el grado de inclinación adoptado para la realización de dicha técnica: la marcada impronta que deja el útil en la intersección entre punzadas, aunque también creemos que esto se podría corregir con la utilización de un útil más fino–; y la diferencia de improntas de las intersecciones, ya que mientras que las de 90° tienden a adoptar una forma redondeada (con vista cenital), las de 45° tienden a ser ovaladas y siguen la dirección tomada a la hora de decorar.

Finalmente, en nuestro trabajo hemos tratado de profundizar en el planteamiento de Alday (2009), aunque sin entrar a definir la técnica decorativa. Sin cambiar el problema arqueológico que él trataba de resolver, nosotros abrimos un poco más el abanico de posibilidades con respecto a la idea originaria del autor. Su planteamiento del estudio de las secciones de las piezas de cerámica y el hecho de que no lo llevara a la práctica es lo que nos dio la idea para orientar nuestro trabajo. Además, fruto de las experiencias iniciales, nos hicimos la idea de que también podríamos trabajar con un ángulo de ataque de 90° que él no consideraba adecuado y, lo cierto es, que la comparativa de la impronta desde una óptica cenital que nosotros hemos realizado proporciona resultados que sostienen nuestra idea.

Agradecimientos

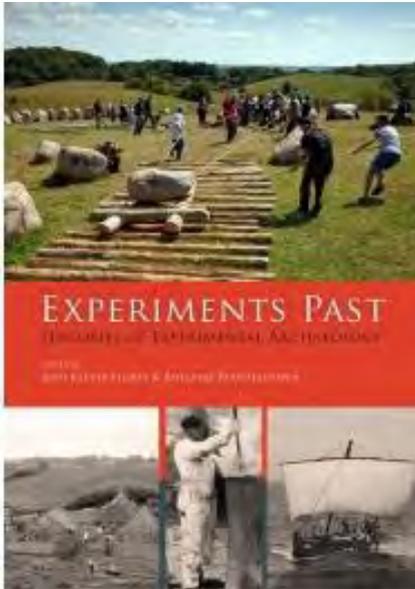
Los autores desean expresar su agradecimiento a D. Rafael Garrido Pena por toda la ayuda prestada, gracias a la cual pudimos orientar el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAY, A. (2009): *Reflejos del Neolítico ibérico la cerámica boquique: caracteres, cronología y contexto*. Milán: Hugony.
- ALDAY, A. (2011): “El dominio de la cerámica Boquique: discusiones técnicas y cronoculturales”. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia* 12: 65-80.
- MALUQUER, J. (1956): “La técnica de incrustación del Boquique y la dualidad de tradiciones cerámicas en la Meseta durante la Edad del Hierro”. *Zephyrus* 7: 179-206
-

Reseña de “Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology”

Concepción Torres Navas¹ y Nuria Castañeda²



Jodi Reeves Flores (Editor); Roeland Paardekooper (Editor).

ISBN: 9789088902512.

Publicado por: Sidestone Press.

Año de publicación: 2014.

Idioma: Inglés; 275p.

Experiments Past pone de manifiesto el importante papel que la experimentación ha desempeñado en el desarrollo de la Arqueología como método para tratar no solo de replicar artefactos sino también procesos más complejos que prueben ciertas hipótesis o para descubrir información acerca de esos artefactos y/o procesos arqueológicos. Durante más de un siglo, La Arqueología Experimental ha sido una parte clave de la Arqueología pero tales experimentos a menudo son integrados de forma aislada en investigaciones más amplias o incluso no publicados.

Este libro ofrece a los lectores una visión global del trabajo experimental que antes era inaccesible debido a las barreras lingüísticas, geográficas y documentales. Sus capítulos, se detienen en los primeros líderes en el campo de la metodología experimental, como Hans-Ole Hansen quien en la década de los 50, con quince años de edad, comenzó a experimentar elaborando un hacha de sílex con los bordes afilados sin necesidad de utilizar herramientas modernas. También figuran en estos capítulos los enfoques experimentales de tipo tafonómico, la construcción de edificios y barcos, las prácticas agrícolas, así como narraciones sobre cómo la Arqueología Experimental se ha desarrollado a nivel nacional en varios países europeos y se ha fomentado su interés y compromiso con el pasado.

A lo largo de sus páginas el lector podrá indagar acerca del papel de la Arqueología Experimental en diferentes lugares de Europa comenzando por Croacia donde las primeras experimentaciones fueron llevadas a cabo por Stjepan Vuković y han ido aumentando no sin dificultades. En Letonia, durante mucho tiempo, el uso de la experimentación en Arqueología se reduce a las aportaciones del Dr. Jānis Apals y su reconstrucción del poblado antiguo de Araisī a diferencia de otras áreas de estudios

¹ Universidad Autónoma de Madrid. concepcion.torres@uam.es

² Universidad Autónoma de Madrid. nuria.castaneda@uam.es

experimentales más prolíficos como Irlanda, Francia, Alemania y Dinamarca. A las que se suman áreas geográficas más meridionales como España donde se ha registrado un impulso de la disciplina en las últimas décadas y Grecia, lugar clave en reconstrucciones de época clásica por el interés que despiertan actualmente en el público general.

En este recorrido, son igualmente destacables casos singulares, como la visión de la Arqueología Experimental danesa a través de las cartas del investigador Robert Thomsen; los trabajos en el Área de Investigación Experimental Arqueológica de L'Esquerda (Cataluña) donde se desarrollan experimentos referentes a actividades agrícolas, metalúrgicas y constructivas con el fin de contrastar los resultados con las evidencias arqueológicas; y las reconstrucciones de viviendas prehistóricas en Rumanía.

Obra de referencia por ofrecer una visión global histórica de una disciplina cada vez más consolidada especialmente a través de investigadores de diferentes instituciones de carácter internacional que tienen entre sus objetivos, el de potenciar los trabajos científicos que utilizan la metodología experimental.
