Alberto Dorado Alejos, Socorro del Pilar Jiménez Álvarez, Francisco Contreras Cortés

# DESCIFRANDO GESTOS. TECNOLOGÍA CERÁMICA Y ARQUEOMETRÍA

eug EDITORIAL UNIVERSIDAD DE GRANADA

# DESCIFRANDO GESTOS: TECNOLOGÍA CERÁMICA Y ARQUEOMETRÍA

A.DORADO ALEJOS
S. DEL P. JIMÉNEZ ÁLVAREZ
F. CONTRERAS CORTÉS

# DESCIFRANDO GESTOS: TECNOLOGÍA CERÁMICA Y ARQUEOMETRÍA

GRANADA 2024

© LOS AUTORES
© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN: 978-84-338-7377-4

Edita: Editorial Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja. Granada
Tlf. 958 24 39 30 - 958 24 62 20 ● editorial.ugr.es

Maquetación: Ana Isabel Heredia López

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización expresa de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

**DESCIFRANDO GESTOS: TECNOLOGÍA CERÁMICA Y ARQUEOMETRÍA**

**Prólogo**

**Parte I. Enfoques teóricos y metodológicos del estudio de la cerámica**

1. Fernando López Aguilar. Algunas reflexiones sobre los estudios tecnológicos, los procesos cognitivos y los datos arqueométricos. 1

2. María del Carmen Pérez Ortiz de Montellano. Proyecto de creación de un Banco de datos de cerámicas arqueológicas. 19

3. Teresa Pi Puig, Luisa Straulino Mainou, Annick Daneels, Luisa Mainou y Alberto-Dorado Alejos. Caracterización mineralógica de cerámicas, adobes, pigmentos y restos paleontológicos mediante la técnica de Difracción de Rayos X. 29

4. Javier Andrés Sandoval. Infiriendo intercambio a través de FRX: análisis de cerámica posclásica de los Valles de Tequila (Jalisco, México). 47

5. Dolores Tenorio Castilleros. La energía nuclear al servicio del estudio del patrimonio cultural. 65

6. Melania Jiménez Reyes. Análisis por activación neutrónica instrumental. 73

**Parte II. Marcas de uso-función y huellas de producción en la cerámica**

7. Miguel Busto Zapico. *How do they do it*? Análisis morfométricos y variación en la producción cerámica. 83

8. Socorro Jiménez Álvarez. ¿Tirar o preservar? análisis de huellas de uso de cerámica reutilizada o reciclada. 101

9. Penélope Martín López. Los paleodermatoglifos impresos en cerámicas de la Prehistoria Reciente: una primera aproximación. 111

**Parte III. Manufactura, producción e intercambio cerámico**

10. Paloma de Zulueta. Planteamientos metodológicos para el estudio de la cerámica común: el material de Cancho Roano. 129

11. Araceli Cristo Ropero. Primera aproximación a los gestos técnicos cerámicos del *Oppidum* de Sierra Boyera (Belmez, Córdoba). 141

12. Paula Pinillos de la Granja. Estudio colorimétrico aplicado a la cerámica calcolítica de los yacimientos: el Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega) y el Cerro de la Virgen (Orce, Granada). 151

13. Alberto Dorado Alejos, Alejandro Caballero Cobos y Andrés M. Adroher Auroux. Estudio tecnológico de vasijas de la Tumba 183 de la necrópolis bastetana del Cerro Santuario (Baza, Granada, España) 165

14. Mª Reyes López Jurado, Antonio M. Sáez Romero y Susana Ruiz Aguilar. Los ungüentarios de época helenística en *Gadir/Gades*. Apuntes sobre su proceso de fabricación. 179

15. Divina Perla-Barrera. Las técnicas de manufactura cerámica cómo indicadores de interacciones complejas en la Franja Transversal del Norte (Guatemala) durante el Clásico Temprano (200 – 550 d.C.). 197

16. Luz Adriana Alzate Gallego. Cerámica de Contacto en Terra Firme – Siglo XVI. 211

17. Agustina Scaro. Ollas, Tradiciones e interacciones. El estilo Angosto Chico inciso en la Quebrada de Humahuaca (Andes Sur-Centrales) 229

# PRÓLOGO

*Alfareros, si vais a darme este salario por mi canto,*
*ea, ven aquí, Atenea, y mantén tu mano sobre el homo,*
*que los vasos y todos los cuencos tomen bien el color negro,*
*que queden bien cocidos y obtengan el precio merecido*
*cuando muchos sean vendidos en la plaza y muchos en las calles,*
*que muchas ganancias produzcan y que tanto yo como ellos podamos verlas.*

*Pero si, vueltos a la desvergüenza, ofrecéis falsas promesas,*
*invocaré después también a los destructores de hornos,*
*a Rompedor, al mismo tiempo que a Crujidor, Ahumador y Estrellador,*
*y a Domador de lo crudo, que muchos males proporciona a este arte.*

*Trata de convencer a la que también prende fuego a las casas*
*y que con ella el horno entero se derrumbe entre grandes gemidos de alfareros.*
*Como rumia la mandíbula de un caballo, que rumie el homo toda la cerámica*
*que hay dentro de él, haciéndola trocitos.*

*También tú, hija de Helio, Circe de muchos fármacos,*
*arroja aquí venenos salvajes y malogra sus cuerpos y sus obras.*

*Y que también conduzca hasta aquí Quirón muchos centauros,*
*los que escaparon a las manos de Heracles y los que perecieron.*
*Que malévolos golpes den a estos objetos, que se caiga el horno*
*y que los propios alfareros, entre lamentos, comprendan sus innobles acciones.*
*Y yo gozaré viendo su malhadado arte. Y el que se agache para verlo, que por todo*
*su rostro arda en llamas, para que todos aprendan a obrar con sensatez.*

Hesíodo, Obras y Fragmentos
Biblioteca Clásica Gredos
Madrid, 1978

La cerámica representa uno de los mayores logros en la producción artefactual, constituyéndose como uno de los primeros ejemplos de materiales sintéticos generados por *Homo Sapiens*. Los diversos *proxis* analíticos y teóricos implementados en los estudios de los conjuntos cerámicos han supuesto la generación de un importante volumen de información sobre los objetos en sí mismos, además de suponer una comprensión más profunda de los gestos y decisiones técnicas de los alfareros y alfareras del pasado, que ayudan ahora a determinar las características específicas del marco contextual y cultural en que se producen, siendo uno de los elementos diagnósticos de los cambios sociales desde los albores de la sedentarización humana, ayudando a la Arqueología y la Historia a rellenar páginas sueltas de sucesos aún por descifrar.

Y es que los estudios cerámicos desempeñan un papel fundamental para la decodificación este complejo conocimiento desde varias perspectivas. En primer lugar, su estudio se antoja elemental para la obtención de datos relativos a la cronología y los contextos en los que se producen, gracias a la determinación de su desarrollo estilístico y tecnológico lo que, sin duda, ha supuesto una de las grandes aportaciones de estos conjuntos a la comprensión de los estratos y la secuencia temporal. Igualmente, las producciones cerámicas se constituyen como un soporte único en que incluir códigos y símbolos de culturas, periodos históricos o grupos étnicos específicos, ayudando a proporcionar un mayor conocimiento del contexto cultural y social. Estos aspectos procuran una valiosa información acerca de la organización social, la economía y la interacción cultural.

En segundo lugar, las producciones cerámicas nos aproximan a los conocimientos técnicos de una sociedad, revelando información acerca de las técnicas de manufactura y las cadenas operativas desarrolladas para su ejecución, acercándonos a aspectos que van desde la propia selección de materias primas y el uso de los recursos abióticos, a la determinación de la temperatura de cocción. En este sentido, los estudios arqueométricos se

constituyen como una fuente de conocimiento fundamental, destinados a determinar la composición química o mineralógica para localizar las fuentes de arcilla, las técnicas de producción y la proveniencia de las producciones.

No podemos obviar el papel puramente funcional que las producciones cerámicas jugaron y aún hoy juegan, siendo elementos sustanciales para la identificación de algunas de las actividades humanas cotidianas y que permitieron la reproducción social, como es la producción y transformación de alimentos y el transporte de los mismos. Así, el estudio de los materiales cerámicos permiten proporcionar datos sobre las actividades cotidianas de las personas en el pasado. En este sentido, los estudios focalizados en las marcas de uso en la cerámica, caso de pequeñas impregnaciones, quemaduras, desgaste, reparaciones y reutilizaciones, pueden indicar su función original y la propia biografía del artefacto.

Con estas premisas, instituciones como la Universidad Autónoma de Yucatán (México) y la Universidad de Granada (España), a través de la Unidad Científica de Excelencia *Archaeometrical Studies: Inside the artefacts & ecofacts*, organizó el seminario homónimo del presente libro. Un seminario que tenía por objeto dar a conocer estudios focalizados en cerámica desde cualesquiera de las perspectivas que tengan por objeto de estudio los materiales cerámicos.

El seminario se orientó así a investigadores noveles en Arqueología, Historia o Antropología Social y Cuñtural, así como a todas aquellas personas que, no perteneciendo a estos campos, han centrado su investigación en áreas de conocimiento relevantes para el conocimiento delos materiales cerámicos. Este seminario se desarrolló siguiendo una vocación transdisciplinar, multidisciplinar y pluridisciplinar. Por ello, los investigadores presentaron sus investigaciones relacionadas con estudios cerámicos desde perspectivas como la etnoarqueología, la arqueometría y otros prismas que tuvieran por objeto la comprensión de la cerámica arqueológica.

Como resultado, el presente libro presenta diecisiete aportaciones recogidas en tres apartados en los que se incluyen aspectos relacionados con los Enfoques teóricos y metodológicos del estudio de la cerámica (Parte I), las Marcas de uso-función y huellas de producción en la cerámica (Parte II) y, por último, Manufactura, producción e intercambio cerámico (Parte III). Sin duda, los resultados que ahora se abordan en las siguientes líneas serán de gran utilidad para aquellas personas interesadas en el descifrar el pasado a través de la cerámica.

# ARQUEOLOGÍA, ETNOARQUEOLOGÍA, ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL Y EL CONOCIMIENTO DEL PASADO.

**Fernando López Aguilar***

**RESUMEN**

Desde su origen, las interpretaciones arqueológicas sobre los restos del pasado se realizaron con el apoyo de la analogía etnográfica y de experimentos esporádicos para la manufactura de réplicas de los artefactos. El principio epistémico básico era la búsqueda del "indígena" o el ser humano detrás del artefacto que se observaba. A partir de los años sesenta del siglo pasado y con el desarrollo de la arqueología procesual norteamericana, se problematizaron las analogías etnográficas y los experimentos con lo que se consolidó la etnoarqueologia y la arqueología de grupos vivos y se sistematizó la experimentación arqueológica como una respuesta metodológica al problema de la justificación de las inferencias. En este trabajo se propone una relación importante entre estas aproximaciones para la producción de conocimiento sobre el pasado a partir de principios consecuencialistas básicos que rigen la acción humana. La arqueología experimental se ha desarrollado hacia una forma que se llama contextual, donde destaca la importancia de la comprensión del pasado desde el punto de vista hermenéutico, realizando experiencias vivenciales. De igual forma la etnoarqueología se ha desarrollado hacia una etnoarqueología de la disciplina, que busca conocer el proceso de excavación y construcción de productos culturales. A pesar de que recientemente se han desarrollado propuestas que suponen que es erróneo el principio epistémico de buscar al agente detrás de los artefactos y los contextos, este sigue siendo viable para entender el pasado a partir de la observación del presente.

***Palabras clave: Etnoarqueología, arqueología experimental, tecnología, analogía, contexto arqueológico, representación, auto-conciencia crítica, reflexividad.***

**ABSTRACT**

Archaeological interpretations of the remains of the past were made with the support of ethnographic analogy and sporadic experiments to make replicas of artifacts. The basic epistemic principle was the search for the "indigenous" or the human behind the artifact. From the sixties of the last century and with the development of North American processual archaeology, ethnographic analogies and experiments were problematized. This consolidated ethnoarchaeology and the archeology of living groups and archaeological experimentation was systematized as a methodological response to the problem of justifying inferences. This paper proposes an important relationship between these approaches to produce knowledge about the past based on basic consequentialist principles that govern human action. Recently, experimental archeology has developed into a form called contextual, which seeks to understand the past from a hermeneutical point of view, carrying out experiential experiences. In the same way, ethnoarchaeology has developed towards an ethnoarchaeology of the discipline, which seeks to understand the process of excavation and construction of cultural products. Although proposals have recently been developed that assume that it is wrong to look for the agent behind artifacts and contexts, this epistemic principle is still viable to understand the past from the observation of the present.

***Keywords: Ethnoarchaeology, experimental archaeology, technology, analogy, archaeological context, representation, critical self-consciousness, reflexivity.***

* Escuela Nacional de Antropología e Historia. Email: flopez.enah@inah.gob.mx. https://orcid.org/0000-0002-0661-6231

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde su origen, la arqueología se ha interrogado acerca de la veracidad del conocimiento que produce en la conciencia de que el objeto que observa es del presente y que, de alguna manera, tiene que informar sobre el pasado, las culturas, los agentes y los procesos que los crearon. La pregunta que ha integrado a las diferentes posturas teóricas de la arqueología puede sintetizarse en quién se encuentra detrás del artefacto que se observa y todo parece indicar que fue acuñada por Robert J. Braidwood (1958) en su obituario a Gordon Childe cuando resaltó: "él nunca olvidó al 'indígena detrás de los artefactos'".[1] Esta afirmación, transformada en interrogante y luego en la meta de la arqueología o metáfora raíz, fue retomada años después por Flannery (1967) cuando afirmó que la meta de la arqueología era conocer el sistema detrás tanto del indio como del artefacto.

Este principio heurístico de la arqueología se ha ampliado a una pregunta de orden más general: quién (agente) o qué (proceso)se encuentra en el pasado detrás de lo que observa el arqueólogo en el presente. Y esto es así, porque lo observable la fuente de conocimiento del pasado ya no sólo son objetos (artefactos), indicios (rastros, huellas, trazas, rasgos) o elementos (construcciones, edificios, alteraciones del paisaje), sino también entidades teóricas que dan cuenta de diferentes niveles de relaciones espaciales entre ellos y que se sintetizan en el concepto contexto arqueológico (Schiffer, 1972; Clarke, 1973; Clarke, 1977 López Aguilar, 2021) que incluye términos como área de actividad (Gazi y Salazar, 2013; López-Aguilar, 1984), basura de facto y basura secundaria (Schiffer, 1972), artefactos en *locus agendi* (Manzanilla, 2001), entre otros, integrados en tres niveles de resolución: micro, semi-micro y macro (Clarke, 1977).

Las respuestas a qué o quién se encuentra detrás del hecho observable por el arqueólogo transita por responder la pregunta sobre cómo se plasma la acción humana en el contexto arqueológico, en donde las propuestas schifferianas sobre la formación y transformación del contexto son de gran importancia (Schiffer, 1975, 1983) pues muestran la no linealidad del proceso y la equifinalidad de los resultados; pero, también, se relaciona con propuestas teóricas que enfatizarán lo que cada una de ellas considera el aspecto más relevante del sistema humano que produjo el hecho observable del presente. En ese sentido, más que tratarse de un aspecto de la teoría arqueológica, tiene que ver con aspectos de las teorías sociales: ¿Cuál es la unidad mínima de análisis social, el individuo, las instituciones o las culturas? ¿Cuáles son los procesos que hacen que esas unidades mínimas tengan capacidad de acción y en qué consiste? (Bray, 2008) y, por supuesto, cómo es que el agente produce los restos arqueológicos que perduran hasta el presente.

Hasta este punto, la arqueología había usado este principio heurístico casi como un enunciado del núcleo duro, es decir, no cuestionable, como un conocimiento de fondo no problemático o como metáfora raíz: los restos arqueológicos son de interés porque representan y nos informan de la presencia humana del pasado y existe una agencia humana que crea los objetos y los contextos arqueológicos (Barrett, 2021). Sin embargo, en fechas recientes se ha iniciado un debate que, para algunos autores, cimbra la totalidad del edificio teórico que la arqueología ha construido en los últimos treinta años (García Rovira, 2013). El punto de partida es una cita que se ha convertido ya en un clásico y que proviene del arqueólogo sueco Bjomar Olsen:

> Estoy cansado de la historia familiar de cómo el sujeto, lo social, la episteme, creó el objeto; Cansado del cuento de que todo es lenguaje, acción, mente y cuerpos humanos. Quiero que prestemos más atención a la otra mitad de esta historia: cómo los objetos construyen al sujeto (Olsen, 2003: 100).

Este otro lado de la historia busca superar la distinción decimonónica entre los seres vivos y los objetos no vivos, mente-cuerpo y romper la correlación entre cultura material u objetos con la presencia humana para tratar de ver el pasado como la manifestación de *todas* las cosas tal como existieron. Este *nuevo materialismo* en arqueología abreva de una gran diversidad de vertientes que incluyen a Marcel Mauss, Bordieu o Hidegger, dependiendo del autor, pero se destaca en particular al sociólogo y antropólogo francés Bruno Latour quien, influido por su maestro Michel Serres, propuso que la capacidad de agencia existe en toda clase de agentes, incluso en los no humanos (objetos, ideas, discursos) (Barrett, 2021; Hodder, 2011).

> Propongo un régimen más igualitario, una arqueología simétrica, basada en la premisa de que las cosas, todas esas entidades físicas a las que nos referimos como cultura material, son seres en el mundo junto a otros seres, como los humanos, las plantas y los animales. Todos estos seres son afines, comparten sustancia ('carne') y pertenencia a un mundo habitado. Son, por supuesto, diferentes, pero esta es una diferencia que no debe ser conceptualizada de acuerdo con el régimen ontológico imperante de dualidades y negatividades; es una diferencia no oposicional o relativa que facilita la colaboración, la delegación y el intercambio (Olsen, 2003: 88).

[1] "He never forgot the 'indian behind the artefact'". Todas las citas de textos en inglés son traducciones mías.

A diferencia de Olsen, Ian Hodder propone la perspectiva del entrelazamiento para tratar de explicar la evolución de una forma no teleológica y se enfoca particularmente en la emergencia del Neolítico. Desde su perspectiva interaccionista, la teoría del entrelazamiento es una aproximación a la relación entre los humanos y las cosas que rebasa los determinismos (García Rovira, 2013), de forma tal que es una ruptura con las dualidades fundacionales del pensamiento occidental, que separan al sujeto del objeto y la mente de la materia ya que la existencia humana y la vida social humana dependen de cosas materiales y propone una relación de constitución mutua entre la mente y la materia, el sujeto y el objeto y el ser humano y las cosas, donde el término cosa no sólo se refiere a los objetos hechos por el hombre, sino también los objetos naturales, animales, plantas y humanos, así como sonidos y palabras, es decir, cualquier objeto o sonido al que los humanos presten interés. Los cinco ejes de la teoría de Hodder son: 1) Los humanos dependen de cosas (HT); 2) las cosas dependen de otras cosas (TT); 3) las cosas dependen de los humanos y no son inertes (TH) y 4) Humanos depende de humanos (HH). El entrelazamiento humano con las cosas hechas es que los humanos quedan atrapados en un doble vínculo, al depender de las cosas que dependen de los humanos (Hodder, 2011; 2012).

> Así que podemos decir con cierta confianza que habría un acuerdo general en arqueología, así como en disciplinas afines, que los seres humanos y la vida social humana dependen de las cosas. Podemos decir que los humanos dependemos de las cosas como tecnologías, que dependemos de las cosas como herramientas para alimentarnos, para calentarnos, para forjar relaciones sociales de intercambio, para adorar. Muchos aceptarían que como humanos hemos evolucionado con ciertas capacidades físicas y cognitivas debido a nuestra dependencia de las cosas. También sería ampliamente aceptable decir que nuestras percepciones y nuestras nociones de deseo, ira, amor, son siempre en algún grado de o para algo, incluidas otras personas. De manera similar, al menos si uno adopta una visión interaccionista (Jordan 2009), gran parte del pensamiento puede ser imposible sin algo en qué pensar, y ciertamente la memoria está estrechamente ligada a la mnemotécnica material (Hodder, 2011: 155).

Para Hodder, la idea del entrelazamiento no es sólo codependencia, mutualismo, coevolución o retroalimentación entre humanos y cosas, sino que se trata de un entretejido de cosas entre sí, humanos entre sí y de cosas y humanos entre sí creando una red que expresa diferentes grados de entrelazamiento y se relaciona con la longitud de los vínculos (Hodder, 2011).

Insertas en el mundo de la posverdad y el poshumanismo, la disciplina de las cosas de Olsen (2010), la aproximación simétrica de Shanks (2007) o la perspectiva del entrelazamiento de Ian Hodder, dejan de lado el énfasis procesual en los contextos y sus diferentes niveles de interacción, para crear una arqueología que regresa a los objetos y a la cultura material como centro de la investigación y deja sin resolver el problema previo de la justificación de las inferencias (o de las interpretaciones) (Olsen, 2021), aunque ese problema sigue presente en estos giros posthumanistas en los que la evidencia (los datos) parecen ser menos importantes que la interpretación o la opinión que se construya sobre ellos (Weinberg, *et al*., 2020).

En Latinoamérica el fundamento de la posverdad ya ha sido conocido en la política y se asocia con los populismos, por lo que, en el caso de la ciencia, fundamenta el desarrollo de populismos epistémicos (Rodriguez-Medina, 2021). Efectivamente, los arqueólogos posthumanistas no se han preocupado por la producción de los datos, sino a lo que se interpreta sobre ellos y, por tanto, se alejan del problema de la justificación de las inferencias, tan importante para las arqueologías procesuales. La vieja historia cultural tampoco le daba mayor importancia a la producción del dato y a la justificación de las inferencias ya que se basaba en un proceso inductivo y era ingenua metodológicamente: sin ser populista epistémica pocas veces se preocupó por interrogarse sobre la naturaleza del dato arqueológico y por la construcción y justificación de las inferencias (Binford, 1965; Clarke, 1973; Gardin, 1980; López Aguilar, 2012). Las arqueologías poshumanistas adolecen de los mismos problemas que la arqueología histórico-cultural y pueden caer en inferencias que sobre interpreten los datos, en especial cuando se realizan analogías del presente hacia el pasado de forma irreflexiva pues su punto de partida son la teoría sociológica de Bruno Latour (2008) y la cultura material moderna (Olsen, 2003) donde las condiciones de interacción entre los objetos y los humanos son propios de una sociedad de alta tecnología que emerge de la segunda revolución tecnológica, la de la sociedad del conocimiento.

Preocupados la justificación de las inferencias para validar el conocimiento sobre el pasado, la arqueología procesual criticó y creó un nuevo sentido a dos estrategias de la arqueología que han motivado discusiones y líneas de problematización y que han servido para ayudar a entender quién o qué se encuentra detrás del objeto o contexto y, por lo tanto, para entender cómo los objetos crean al sujeto (Olsen, 2003) o cómo se expresa una red de interacciones entrelazadas entre objetos y sujetos (Hodder, 2011). Los nodos de problematización son: 1) el que emana de la búsqueda de significado de los restos materiales antiguos, es decir, la observación del contexto y objetos arqueológicos; 2) el significado de la observación del presente para dar respuesta a los enigmas del pasado, la analogía etnográfica y 3) la búsqueda de repetibilidad en las observaciones únicas del pasado y del

presente para generar nuevos elementos de comprensión, es decir los experimentos y las simulaciones. En este trabajo realizaré un breve repaso histórico de las discusiones en torno a la analogía etnográfica y la experimentación arqueológica y abordaré algunas líneas de problematización y reflexión que inciden en la justificación de las inferencias y en la validación de las analogías.

## 2. LA PARADOJA DEL PRESENTE

Una situación que se exhibe como paradoja autorreferencial no sólo en arqueología, también en las disciplinas históricas, tiene que ver con la relación del observador del presente y los hechos del pasado y el hecho de proyectar hacia el pasado situaciones, circunstancias, relaciones o interacciones que corresponden al presente. Cuando Margarita Díaz Andreu reconoció que se pueden dar múltiples lecturas a los contextos arqueológicos, propuso que existen criterios para poder distinguir buenas y malas narrativas y, haciendo alusión a la paradoja de autorreferencia, afirmaba que, aunque no podemos desembarazarnos de nuestro sistema de pensamiento actual y del presente, sí podemos negarnos a los abusos en la interpretación de los datos y afirmó categórica:

> La manipulación clara y consciente del registro arqueológico con fines políticos -entre ellos los nacionalistas- no está por tanto autorizada, puesto que quienes lo crearon no se identificaban con una ideología surgida a finales del siglo XVIII (Díaz-Andreu, 1998: 132).

Pero más allá del imperativo ético, resolver el dilema de la proyección del presente hacia el pasado requiere diferentes niveles de reflexividad y conciencia. Cabe recordar que los objetos arqueológicos no contienen en sí mismos evidencia de que son objetos del pasado y, desde el punto de vista fenomenológico, implica varios niveles de conciencia: reconocer que son objetos antiguos, reconocer que ellos pueden contener información sobre su manufactura, uso y desecho y sobre modos de vida antiguos y la conciencia de representar lo que se observa mediante diferentes instrumentos y procedimientos (Embree, 1992; López Aguilar, 2012). Es decir, todos los objetos, rasgos y rastros los observamos en el presente y no todos los objetos, rasgos y rastros que se nos presentan actualmente tienen la misma antigüedad.

La forma natural con la que la arqueología transitaba de la observación del presente a las propuestas sobre el pasado era por medio de la analogía etnográfica que permitía las construir interpretaciones de los estudios tipológicos de carácter formal-estilístico. Esto fue así desde su inicio como disciplina hasta el particularismo histórico de los años cincuenta. Correspondió a Binford (1962) en "Archaeology as anthropology" buscar una propuesta que vinculara el pasado con el presente a través de ligar una visión sistémica de la cultura, tomada de Leslie White, con la cultura material:

> No deberíamos equiparar "cultura material" con tecnología. De manera similar, no deberíamos buscar explicaciones para las diferencias y similitudes observadas en la "cultura material" dentro de un único marco interpretativo de referencia. A menudo se ha sugerido que no podemos desenterrar un sistema social o una ideología. De acuerdo, no podemos excavar una terminología de parentesco o una filosofía, pero podemos excavar y excavamos los elementos materiales que funcionaron junto con estos elementos más conductuales dentro de los subsistemas culturales apropiados. *La estructura formal de los conjuntos de artefactos, junto con las relaciones contextuales entre los elementos, debería presentar, y de hecho presenta, una imagen sistemática y comprensible del sistema cultural total extinto* (Binford, 1962: 218-219).[2]

Binford planteó la relación entre el sistema cultural total y el registro arqueológico (aún no se usaba el término contexto) y propuso que éste pudiera considerarse como un "fósil" de la operación de una sociedad extinta. Este fósil era visto como un residuo o efecto de la operación estructurada de las actividades sociales y de las interacciones entre las personas que estaba conformado por un conjunto estructurado de relaciones formal-espaciales de implementos e instalaciones que pudieron romperse, perderse o abandonarse (Binford, 1965).

La extensa obra de Michael Schiffer se inició con un debate sobre la idea de que el registro (o contexto) arqueológico fuera un fósil resultado de una relación lineal simple entre la sociedad viva y sus restos materiales y propuso un modelo de flujo con fases de obtención, manufactura, uso, descarte y desecho donde los objetos tienen diversas oportunidades de ingreso al contexto arqueológico con diferentes formas de asociación contextual como la que denominó *basura de facto* (Schiffer, 1972). La arqueología del comportamiento o conductual propuso una forma alternativa de ligar el pasado con el presente mediante el estudio de los objetos materiales con independencia del espacio o tiempo para describir y explicar la conducta humana (Reid, Schiffer y Rathje, 1975) y distinguió dos tipos de procesos de formación del contexto arqueológico: las transformaciones culturales (C-Transforms) y las transformaciones naturales (N-Transforms). Los procesos de formación incluyen toda clase de procesos y eventos que afectan la forma en que los sitios arqueológicos quedan enterrados y lo que acontece posteriormente hasta ser observados por el arqueólogo (Schiffer, 1976; 1983).

[2] Cursivas mías.

Por esos años, David L. Clarke proponía que la arqueología era la disciplina que estudiaba la cultura material pretérita a través de los artefactos y otras evidencias ecológicas y cronométricas junto con la información contextual y que de la infinidad de atributos que el arqueólogo puede utilizar, selecciona aquellos que considera que son el resultado de la acción humana, o secuencias de acciones y regularidades entre los atributos que representan regularidades de la conducta humana. La cultura, para él, consiste en modos de comportamiento y sus manifestaciones materiales, socialmente transmitidas de generación en generación y de una sociedad o individuo a otro y, por lo tanto, no hay que considerar el término "cultura material" como algo opuesto a la "cultura no material" o intangible ya que no existe una diferencia básica entre la manifestación material de los conceptos abstractos fosilizados en los atributos de los artefactos y las manifestaciones sociales de conceptos traducidos en actividades sociales. Ambas son acciones preconcebidas y solidificadas en atributos, artefactos, rasgos y contextos (Clarke, 1978):

> Por lo tanto, el arqueólogo está estudiando facetas ocultas y oscuras del comportamiento de los humanos a través del medio peculiar de los resultados fosilizados y congelados de este comportamiento, cautivos en los atributos de los artefactos antiguos. La arqueología es una disciplina por derecho propio porque es la única que proporciona el aparato conceptual para analizar estos datos peculiares (Clarke, 1978: 15).

En este punto, los esfuerzos de distintas partes del mundo para elaborar los modelos y teorías que vincularan el presente con el pasado y así poder generar diferentes tipos de explicación/comprensión permitieron a Clarke hablar de la pérdida de la inocencia en arqueología y el tránsito de un nivel de conciencia y autoconciencia hacia una autoconciencia crítica. La primera conciencia consiste en reconocer que la arqueología es lo que los arqueólogos hacen. La segunda, erosiona el paradigma de la inocencia con la abundancia de observaciones arqueológicas y procedimientos explícitos de definición de conceptos y clasificaciones y la autoconciencia crítica intenta tomar control de la dirección del sistema mediante una comprensión cercana de su estructura interna y el potencial de las condiciones externas (Clarke, 1973).

Todas las teorías y metodologías que vinculaban el pasado sistémico cultural vivo con el presente observable de objetos, cultura material y contextos, consideraban al ser humano como el agente que, con sus acciones conscientes o no, producían restos, rastros, trazas, residuos, objetos y contextos que, con diferentes historias postdeposicionales, generaban estructuras arqueológicas que permitían el conocimiento del pasado a través de la observación del presente. Esta posibilidad de conocimiento no estaba libre de problemas. A pesar de que existía una especie de optimismo epistemológico contrapuesto a la idea de la historia cultural de que lo inmaterial era imposible de conocer, la idea era que la totalidad del sistema cultural del pasado era cognoscible a través de sus restos materiales. Es un asunto de ingenio metodológico, aseveró Binford (1968), pero ese ingenio metodológico estaba asociado con el nuevo nivel de auto-conciencia crítica de la arqueología y de la teoría arqueológica, imposibles de vislumbrar desde el particularismo histórico, pues el nuevo ambiente intelectual de la arqueología incluía nuevas metodologías, nuevas observaciones, nuevos paradigmas, nuevas filosofías y nuevas teorías (Clarke, 1973):

> Estos otros niveles de la teoría arqueológica pueden expresarse crudamente como los pasos latentes en cualquier interpretación arqueológica, relacionados con: I) El rango de patrones de actividad de los humanos y de los procesos sociales y ambientales que alguna vez existieron, durante un tiempo y área específicos. 2) La muestra y las huellas de estos (I) que fueron depositadas en el momento. 3) La muestra de esa muestra (2) que sobrevivió para ser recuperada. 4) La muestra de esa muestra (3) que se recuperó por excavación o recolección. Las relaciones por pares entre estos niveles generan el conjunto esencial de modelos y teorías predeposicionales, postdeposicionales, de recuperación, analíticos e interpretativos que todos los arqueólogos emplean intuitivamente en los saltos interpretativos desde los datos excavados hasta el informe escrito, cubriendo el proceso interpretativo de la tumba a la publicación (Clarke, 1973: 16).

Clarke consideraba que las teorías emergentes en la autoconciencia crítica de la arqueología incluían, entre otras, teorías de la información arqueológica, teorías del razonamiento arqueológico y una teoría de los conceptos que llamó arqueología metafísica o metaarqueología (Clarke, 1973). Ciertamente, los niveles de precisión de los conceptos, la reflexión sobre la construcción del dato y sobre la información producida por los arqueólogos hablaban de un nivel de madurez disciplinario insospechado décadas antes. Fue en ese nivel de auto conciencia crítica, que se discutieron dos formas adicionales de ligar el presente con el pasado, dos prácticas que provenían de los orígenes de la arqueología y que se fundamentaban en observaciones del presente para construir inferencias sobre el pasado: la analogía etnográfica y la elaboración de réplicas y copias de los artefactos.

De acuerdo con Schiffer (2009), la analogía etnográfica, la etnohistórica, la etnoarqueología y la arqueología experimental estuvieron en la base de las inferencias de la Escuela Americana de Arqueología del siglo XIX pero,

no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX cuando la relación entre la arqueología, la observación etnográfica y la arqueología experimental fue vigorosamente discutida por la arqueología procesual norteamericana que se interrogó sobre la validez de las analogías etnográficas y sobre el significado de la experimentación en la validación de las inferencias. En el primer caso, los clásicos de la crítica a la analogía son binfordianos: "La analogía debe servir para provocar nuevas preguntas sobre el orden en el registro arqueológico y debe servir para impulsar más investigaciones en lugar de ser visto como un medio para ofrecer "interpretaciones" que luego sirven como 'datos' para la síntesis" (Binford, 1967: 1) y fue el mismo quien desarrolló un proyecto de observación etnoarqueológica entre los Nunamiut para entender los procesos de adaptación humana en momentos posteriores al Pleistoceno (Binford, 1978).

En su investigación, Binford señaló que para poder conocer el pasado era necesario resolver dos problemas: proyectar mis observaciones del presente sobre el pasado y asignar significado a las observaciones. Lo primero se realiza mediante los conceptos y relaciones establecidos en las teorías arqueológicas para la detección de patrones, secuencias, arreglos y configuraciones que ponen en evidencia la existencia de cambios y dinámicas que ocurrieron en el pasado, pero no las causas que provocaron esos cambios. Para realizar afirmaciones sobre el carácter de los cambios, debo asignar significado a los hechos contemporáneos del registro arqueológico (Binford, 1978).

El dilema de lo que John Yellen llamó la arrogancia metodológica (Yellen, 1977) radicaba en que durante los años setenta se confundía la antigua analogía etnográfica con la observación arqueológica del presente y se buscaba constituir a la etnoarqueología y a la arqueología experimental como especialidades y disciplinas ajenas a la investigación arqueológica en general. Las preguntas emergieron inmediatamente: ¿Es útil la replicación de artefactos *per se* sin interrogantes arqueológicas? ¿es útil una etnografía hecha por arqueólogos sin problemáticas emanadas de investigaciones arqueológicas? ¿es equiparable la analogía etnográfica con la observación arqueológica del presente?

Las discusiones de los años setenta se opacaron en las siguientes décadas, aunque las investigaciones de orden etnoarqueológico y la realización de experimentos continuaron en diferentes partes del mundo. De entre las primeras, se destaca la clásica obra de Ian Hodder sobre los Baringo, que transformó su mirada procesual hacia una perspectiva simbólica (Hodder, 1982) y, en Latinoamérica, la investigación de Gustavo Politis sobre los Nukak, que ilumina sobre las formas de adaptación con mecanismos de adopción parcial de animales, domesticación de plantas y una agricultura itinerante. El propósito de su larga investigación realizada entre 1992 y 2007 "era desarrollar una serie de modelos de diferentes grados de resolución y jerarquía para contribuir a la interpretación del registro arqueológico de cazadores-recolectores específicamente y la cultura material en general" (Politis, 2016).

Por su parte, la experimentación arqueológica, tuvo su origen en la observación etnográfica con la elaboración de réplicas de artefactos, construcciones o embarcaciones. En la perspectiva norteamericana, resulta icónico el encuentro con Ishi, el famoso sobreviviente de los Yahi, un grupo de cazadores-recolectores de California.[3] Ishi se integró al equipo de antropólogos de Alfred Kroeber y les enseñó la forma de manufacturar navajas y otros artefactos líticos para la elaboración de sus instrumentos y proyectiles. Se dice que sin sus enseñanzas la arqueología habría perdido el 90% de la información de la sociedad Yahi (Coles, 1979).

Los aprendizajes de la observación etnográfica y el intento de hacer copias de los artefactos buscando entender cómo los hicieron, derivó en una profesionalización desarrollada a partir del método experimental en los años setenta (Coles, 1979). Se trata de una arqueología en laboratorio que busca recrear actividades, artefactos, estructuras y procesos que ocurrieron en el pasado (Outram, 2008).

En los últimos cuarenta años se han desarrollado modelos de simulación para reconstruir por medio de las llamadas sociedades artificiales los procesos que ocurrieron en el pasado. La simulación está asociada con la antigua idea metodológica del experimento mental, pero en este caso con un control preciso y explícito de las variables que entraron en juego (Wagensberg, 2002). Actualmente, la simulación y la modelización de los sistemas complejos de las sociedades pueden considerarse como parte de la arqueología experimental (Jeffra, 2015; Strand, 2012).

La separación que hubo entre arqueología experimental y la mirada etnográfica, empezó a cerrarse en los años setenta cuando se introdujeron dos conceptos: la "arqueología viva" (Gould, 1980) y los estudios de "cultura material moderna" (Rathje, 1979). Ambos consideraron a la arqueología experimental y a la observación de las sociedades vivas como formas de aproximación arqueológica al presente.

[3] La historia de Ishi es narrada por Theodora Kroeber, hija de Alfred Kroeber, en su libro Ishi in Two Worlds: a Biography of the Last Wild Indian in North America. (Kroeber, 2004).

El propio Yellen, en su clásica investigación sobre los !Kung (1977) que sirvió de base para su libro *Archaeologicals Approaches to the Present*, afirmó:

> Mi objetivo […] es examinar la relevancia del presente para nuestra comprensión del pasado. En su mayor parte, me enfoco en los datos etnográficos porque estos constituyen mi propia área de experiencia y porque los arqueólogos tradicionalmente han confiado en ellos. Pero yo enfatizaría por principio que el material etnográfico comprende una sola clase dentro de un ámbito más amplio de fenómenos observables donde la causa y el efecto pueden ser determinados directamente y deben ser considerados en la misma luz que los estudios replicativos de producción y uso de herramientas líticas […] y otros que utilizan experimentos controlados para examinar la deposición, dispersión y preservación diferencial de restos de fauna. En todos estos estudios la pregunta crucial es la siguiente: ¿De qué manera, si la hay, es válido aplicar observaciones controladas de datos y las conclusiones derivadas de ellos para explicar un pasado revelado sólo en el registro arqueológico? (Yellen, 1977: 1).

La pregunta final de Yellen es correcta. La respuesta implica interrogarse si la arqueología experimental y la etnoarqueología pueden ser integradas como parte de una misma aproximación al presente y como una forma de validar los supuestos sobre el pasado que se fundamenta en la práctica arqueológica en sí.

Los principios que permiten al arqueólogo transitar de las observaciones del presente al conocimiento de la dinámica del pasado son dos:

> el principio de actualismo o uniformidad, mediante el cual podemos determinar que bajo condiciones concretas los procesos técnicos socioculturales y los procesos de formación de los yacimientos pueden ser reproducidos en el presente. El segundo principio es de simulación. Dada la conservación de los elementos del registro arqueológico, una vez interpretado y formuladas las diferentes variables, éstas pueden ser estudiadas en el presente mediante la simulación de la interacción de dichas variables en función del tiempo. Esta simulación no sólo se puede observar mediante la experiencia empírica (el experimento), sino también simulada por ordenador gracias a la modelización (Morgado y Baena, 2011: 22).

Sin embargo, ambos principios tienen problemas de orden metodológico que cada investigación específica debe resolver en la búsqueda de generar conocimiento legítimo sobre el pasado.

## 3. LA ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la búsqueda de trascender del presente observado en el artefacto y sus huellas, la arqueología buscó una respuesta en la imitación de la forma de hacer y usar los objetos por medio de la observación etnográfica de la población primitiva y que luego se trasladó hacia la imitación por medio de la elaboración de réplicas del pasado tratando de experimentar, no sólo para conocer la tecnología y la forma de hacer los artefactos, sino para entender los movimientos y los gestos, el conocimiento teórico y práctico y las huellas y evidencias cada uno de ellos dejaba como impronta en los objetos (Schiffer, 2009).

Las preguntas eran muchas: ¿para qué es hecho un artefacto y cuáles son las propiedades de la materia prima? ¿cómo son transformadas esas materias primas en productos terminados, qué tipos específicos de técnicas son necesarias y, dadas esas técnicas, cuánto tiempo y energía es requerida? ¿cuáles son las funciones directas e inmediatas para las que sirve un objeto particular o una clase de objetos? ¿cómo cambia un objeto durante su uso? ¿cuáles son los procesos de destrucción que le ocurrieron entre el tiempo en que fue desechado y el tiempo en que fue estudiado? (López Aguilar y Nieto, 1985).

Las preguntas de orden tecnológico tuvieron una respuesta desde la antropología de Marcel Mauss quien heredó la postura sociológica de Durkheim y propuso que las técnicas empleadas por el cuerpo humano varían entre las culturas y cómo la antropología de las técnicas permite el conocimiento de otros sistemas culturales como los religiosos, económicos y cognitivos (Lemonier, 1986; Pomedio, 2018). El concepto central de la escuela francesa, la cadena operativa, introducido por André Leroi Gouran (1971) en su obra *El gesto y la palabra* supone una relación entre movimiento, herramientas, tecnología y lenguaje e insinuaba relaciones con la semiótica: "las técnicas implican tanto gestos como herramientas, organizadas en una cadena por una verdadera sintaxis que otorga simultáneamente a la serie operativa su fijación y su flexibilidad" (Renfrew y Bahn, 2005: 20).

Por su origen etnográfico la antropología de la tecnología tuvo una relación natural con la elaboración de réplicas y el desarrollo de estudios experimentales de tecnologías líticas que transitaron por A. Leroi-Gourhan, F. Bordes, J. Tixier y J. Pelegrin (Pelegrin, 1990) y los experimentos en tecnologías cerámicas desde la perspectiva de las cadenas operativas para corregir dislates y malas interpretaciones (Jeffra, 2015).

> El análisis arqueológico implica que el experimento es un método de referencia en la confrontación de hipótesis, concurrente y complementario al propio registro arqueológico para afianzar y contrastar las

> hipótesis. En este sentido, al contrario de algunas interesadas afirmaciones que han negado limitado la aplicación de la experimentación en Arqueología, la Arqueología Experimental no es una subdisciplina o campo de acción particular de la Arqueología. Sólo existe una disciplina, la Arqueología. No existe una Arqueología Experimental, sino experimentos aplicados a aspectos concretos de los problemas arqueológicos. En conclusión, sólo existen experimentos aplicados a la Arqueología. (Morgado y Baena, 2011: 26).

Los trabajos de imitación, manufactura de réplicas y esbozos de experimentación, como vimos arriba, se remontan a finales del siglo XIX. Uno de los trabajos realizados con mayor rigor metodológico fue el de la réplica del barco de madera vikingo encontrado en el fiordo de Oslo en Noruega en 1880. En 1893 se realizó una réplica con la finalidad de observar sus capacidades en aguas profundas y, a propósito de la Feria Mundial que celebraba el 400 aniversario del descubrimiento de América, fue enviado a Chicago cruzando el Atlántico en 27 días a una velocidad máxima de 11 nudos (Coles, 1979). A partir de la elaboración de esta réplica, se desarrolló una rama específica de la experimentación asociada con la navegación. Son destacables, a partir de 1947, los trabajos de Thor Heyerdhal en la Balsa Kon-Tiki y sus secuelas, construidas con base en descripciones de las fuentes españolas del siglo XVI para buscar los vínculos entre la Polinesia, Asia y Sudamérica (Coles, 1979: 55-61). De ellos derivaron las balsas *Ra I* hecha con ramas de papiro egipcio y artesanos de lago Tehad y la *Ra II*, hechas con papiro y artesanos del lago Titicaca que buscaban el camino atlántico del viejo hacia el nuevo continente (Coles, 1979).

Desde entonces, se han desarrollado experimentos de forma más o menos sistemática en torno a la naturaleza de las formas primitivas de producción de alimentos, la eficiencia de los instrumentos y tecnologías empleadas, los problemas inherentes a cada forma de cazar, cultivar, cosechar o almacenar y preparar de acuerdo con las tecnologías disponibles por los grupos humanos. Otro conjunto de experimentos se ha realizado en torno a la construcción de obras arquitectónicas incluidos los bajorrelieves, petroglifos y pinturas rupestres,[4] pero quizá el campo experimental más socorrido sea el que se relaciona con la transformación de materia prima en artefactos y objetos usados y disponibles por cada grupo humano, desde la piedra, la arcilla, los metales, huesos, ámbar, etc. En este campo se conjugan diversas fuentes de evidencia como el contexto arqueológico, los documentos escritos existentes del siglo XVI en adelante y la observación etnoarqueológica. El experimento en sí intenta simular, replicar y duplicar las antiguas tecnologías y los usos de los artefactos (tafonomía) (Coles, 1979).

En su intento por coadyuvar al entendimiento de los hechos del pasado, la arqueología experimental también realizó experimentos en las áreas de colección, descripción, interpretación y explicación de datos:

> Cada intento se realiza para definir y controlar tantas variables relevantes como sea posible dentro del marco del dato arqueológico y sus problemas inherentes. La arqueología experimental, en otras palabras, busca probar, evaluar y explicar métodos, técnicas, supuestos, hipótesis y teorías en cualquiera de los niveles de la investigación arqueológica (Yellen, Ingersoll y Macdonald, 1977: XII).

Hacia los inicios del siglo XXI, la arqueología experimental incluía cinco clases de experimentos: construcciones a escala 1:1 que prueban un diseño hipotético para una estructura (por ejemplo, una casa) basado en evidencia arqueológica; experimentos de procesos y funciones, es decir, investigaciones sobre cómo se usaban y para qué servían las cosas en el pasado, incluidas las tecnologías; la simulación experimental sobre los procesos de formación del registro arqueológico y la tafonomía posdeposicional; ensayos de eventualidad que son experimentos a gran escala, a menudo de larga duración, que pueden investigar sistemas complejos (como la agricultura) y registrar variaciones causadas por eventualidades inesperadas o raras (por ejemplo, clima extremo) y, finalmente, la innovación tecnológica, donde las propias técnicas arqueológicas se prueban en escenarios realistas. Un buen ejemplo sería la prueba de equipos geofísicos sobre un sitio arqueológico enterrado simulado (Outram, 2008).

En cada clase de experimento se puede optar por operar con modelos no rigurosos útiles para la adquisición de pericia. No se controlan las variables del proceso sólo se busca obtener un resultado material semejante al modelo prehistórico; modelos rigurosos con poco o bajo control de variables, en donde el proceso técnico es desarrollado de modo riguroso, pero no se realiza una toma sistemática de datos, son parciales o el proceso se "acelera" artificialmente en alguna de sus fases y modelos rigurosos con alto control de variables. Permiten

[4] En Uxmal, por ejemplo, se buscó reconstruir el proceso de construcción del sitio desde la excavación, el transporte de tierra y la manufactura de piedra. El experimento sugiere que se necesitaron de 4 a cinco millones de días hombre para transportar los materiales al sitio con una taza de 500 kg por hombre/día y jornadas de 750m; la albañilería llevó 4 días para construir 1m3 con 1400kg de roca, 100kg de tierra y 300kg de arena, lo que permitió suponer que esa sola actividad habría ocupado cerca de .5 millones de hombre/día. De igual manera fue probada la manufactura de bajorrelieves. La suma total de horas hombre para construir la totalidad del sitio fue de 7.5 millones de hombres/día lo que para un periodo de ocupación de 250 años representa 30,000 días hombre por año (Erasmus 1965; Coles 1979).

establecer patrones de comparación con procesos prehistóricos. Son una base esencial en la interpretación técnico-funcional del registro arqueológico y, salvo pequeñas actualizaciones, tiene un carácter definitivo (Baena, 1997).

La arqueología experimental desarrollada en Granada, España, ha generado interesantes reflexiones, pues dividen su aplicación en dos campos: Los experimentos relacionados con el conocimiento sobre la formación del registro arqueológico y la tafonomía y los experimentos que tienen como objetivo el conocimiento de la realidad sociocultural del pasado que incluyen "experimentos sobre las propiedades y comportamientos físico-químicos de la materia prima de los objetos arqueológicos, experimentos sobre la tecnología, los procesos técnicos y experimentos sobre los modos de vida" (Morgado y Baena, 2011).

Hasta este momento, dominaba en la arqueología experimental una perspectiva muy relacionada con la metodología positivista y se había buscado el control de variables de forma tal que mientras mayor fuera este, mayores posibilidades existían de que el experimento pudiera relacionarse con el pasado. De hecho, Coles había distinguido una práctica desarrollada especialmente en Europa que consistía en reconstruir mediante campamentos experimentales los modos de vida y los mecanismos de subsistencia de las sociedades preindustriales. Y afirmaba que se trataba de un campo lleno de conjeturas por lo que muchas veces se le ha considerado poco científico: "no hay manera en este planeta en la que un arqueólogo o cualquier otra persona pueda convertirse en un individuo prehistórico y ninguna cantidad de habilidades sobre la vida primitiva, en cursos de supervivencia y en las antiguas tecnologías puede recrear los patrones de vida y las conductas ahora extintas" (Coles, 1979: 210).

En fechas recientes se ha criticado esta postura por estrecha y se ha propuesto la necesidad de un debate (Beck, 2011). Los trabajos de Rasmussen dedicados a la reconstrucción de unidades habitacionales incluyen un aspecto comunicativo y experiencial vinculados con la educación y demostración al público general de las experiencias vividas en villas y campamentos de la edad de hierro tomados de ocupaciones danesas cercanas al año 300EC. Ella sugiere la existencia de dos tendencias en la arqueología experimental: la centrada en el experimento controlado y la orientada hacia el experimento contextual. La primera, de clara filiación positivista, busca aislar tantas variables como sea posible, cambiar una variable a la vez mientras las otras se mantienen constantes a fin de proporcionar resultados medibles y repetibles abarcando diferentes niveles de control de variables. La segunda, no tiene la intención de aislar variables, proporciona argumentos y evalúa la relevancia. El enfoque abarca diferentes niveles, desde la identificación hasta la inspiración/la revelación (Rasmussen, 2001).

Desde esta nueva perspectiva, la experimentación y la interpretación van de la mano, trazándose una especie de *continuum* no excluyente, en especial si lo que se busca es una idea más amplia que dé paso a la experiencia sensorial y emocional, de forma que la arqueología experimental no sea separada y aislada de los otros niveles del quehacer arqueológico (Beck, 2011; O'Sullivan, 2019; Rasmussen, 2001). Desde esta perspectiva, la experimentación contextual se encuentra asociada con la arqueología postprocesual hermenéutica que, de acuerdo con Beck, afirma que la percepción del mundo no puede ser objetiva, puesto que un enorme juego de prejuicios basados en su horizonte cultural, su condición social hace de la arqueología una práctica interpretativa que trata de comprender el pasado, no de explicarlo (Beck, 2011).

Así, para Beck el experimento contextual está relacionado con el círculo hermenéutico de interpretación comprensión y, por tanto, su evaluación no debe hacerse desde los parámetros de los experimentos clásicos, pues debe de hacerse a partir de sus propias premisas que incluyen 1) los objetivos del experimento, 2) cómo se utiliza el experimento contextual en un proceso arqueológico, 3) el objeto de la experimentación, 4) la relación con el material arqueológico, 5) las preguntas con las que se trabaja, 6) los datos recopilados y 7) los resultados de un experimento contextual. El objeto del experimento contextual es el propio experimentador ya que lo que busca es mejorar su horizonte y es, por tanto, un experimento con la autopercepción del experimentador y, por tanto, los resultados pueden medirse por la inspiración que provoca y por la autorreflexión que provoca en el experimentado (Beck, 2011).

Más cercano al *performance* que al experimento, el experimento contextual se acerca a ser una especie de etnografía de la representación performativa que realiza un grupo de arqueólogos inspirados en las interpretaciones y en la reconstrucción de yacimientos arqueológicos. Este experimento contextual se desarrolla en paralelo a la idea posthumanista de Olsen expresada arriba y se encuentra en el contexto teórico de influencia hermenéutica. Realmente, desde el libro *Modelos y metáforas* de Max Black la ciencia ha reconocido que, entre los modelos y la analogía, así como con otras prácticas cognitivas que requieren de la imaginación creativa del ser humano, existe menos distancia que la que se percibe desde las ciencias humanas, en un contexto de hermeneutización de la ciencia y desarrollo de la teoría de la acción no humana (Blank, 2001; Kauffman, 2003; Mácha, 2020; Rivadulla, 2006; Velasco Gómez, 1995).

## 4. ARQUEOLOGÍA DE GRUPOS VIVOS

En los albores del evolucionismo, el principio uniformitarianista de la geología estableció que sólo los procesos que pueden ser observados en el presente pueden servir como explicación de la formación de la tierra en el pasado y que estos eran graduales y paulatinos. Esta idea, crucial para el surgimiento de la arqueología, no sólo ofreció una profundidad temporal mayor a las evidencias geológicas detectadas, también estableció el presente como punto de referencia para entender el pasado y fundamentó lo que se llamó el método comparativo y la analogía etnográfica, una práctica que ha sido consustancial a la disciplina arqueológica (Daniel, 1974). El presente etnográfico de la antropología y la arqueología del siglo XIX fueron las sociedades "primitivas" o aquellas a las que consideró herederas de tradiciones culturales no occidentales y no civilizadas.

La etnografía resultaba ideal para comprender por analogía el desarrollo de aquellas culturas que Childe llamó homotaxiales, es decir, las que correspondían al mismo nivel de evolución, aunque estuvieran distanciadas en el tiempo y en el espacio: grupos cazadores recolectores como los australianos y africanos podrían iluminar sobre las "culturas" cazadoras recolectoras del paleolítico. Las sociedades con agricultura incipiente podrían ser analógicas con las culturas arqueológicas del neolítico e incluso las formas de organización política como los clanes y los linajes ayudaron a la búsqueda de comprensión de las sociedades desaparecidas (Childe, 1988: 26; Orenstein, 1954): "Compararemos culturas homotaxiales, -es decir, culturas que ocupan las mismas posiciones relativas en las diversas secuencias observadas- para determinar si las concordancias entre ellas pueden generalizarse como etapas en la evolución cultural, en la evolución de la sociedad en abstracto" (Childe, 1988: 22).

La historia cultural o particularismo histórico, se apoyó en la analogía etnográfica para la demostración a favor de sus supuestos sobre el pasado, llegándolo a concebir como parte fundamental del método arqueológico. Se trataba del paralelismo etnográfico, un término concebido en el siglo XIX, reusado por Graham Clark, Gordon Childe y Willey y Phillips y que, se pensaba, podría dar respuesta a preguntas sobre ecología, tecnología, arte y cambios culturales (Vossen, 1990).

En las décadas de los años sesenta y setenta se interrogó el *estatus* de la analogía ya que, de acuerdo con la lógica de la nueva arqueología, la analogía forma parte del contexto de descubrimiento y no del contexto de justificación. Es decir, es una fuente de hipótesis sobre los hechos observados en la arqueología, no una demostración de la veracidad o verdad de lo observado (Gándara 1990). Esta aseveración era válida para la "aproximación histórica directa" generada por Ascher en 1961 que suponía una continuidad entre la prehistoria y la historia y para la "nueva analogía comparativa general" elaborada por K. C. Chang en 1967 que sugería que la analogía no debe restringirse a la misma área geográfica (Kramer, 1979) Por su parte, la postura de Leroi-Gourhan, que se ha asociado con el estructuralismo, era que la analogía se debía de realizar con excesivo cuidado para la interpretación del arte rupestre y demandó, de forma radical, que toda conclusión que se fundamentara en ella debería ser excluida para que los datos pudieran ser interpretados por sí mismos (Vossen, 1990: 27).

En la práctica, la observación del presente se ampliaba hacia sociedades contemporáneas no primitivas, en la búsqueda de las leyes de comportamiento cultural, rebasando con eso el viejo principio analógico. La observación del presente, aun de las sociedades industriales podría aportar un conocimiento innovador sobre las prácticas culturales de las sociedades, con independencia de lo que los individuos pensaran sobre su comportamiento (Rathje, 1974). El término arqueología viva fue acuñado de forma paralela por dos autores al final de la década de los sesenta: Richard Gould y Rüdiger Vossen. El primero es más conocido porque su estudio sobre los Ngatatjara de Australia llevó por título "living archaeology" (Gould, 1968), mientras que el segundo propuso el mismo título, pero en alemán en una revista de menor impacto, donde expuso los resultados de sus investigaciones sobre cerámica en el Amazonas.

> Por 'arqueología viva' (lebendije Archaeologic) me refiero al tratamiento arqueológico de objetos documentados etnográficamente, así como el trabajo de campo etnográfico con una formulación arqueológica de la pregunta. La preocupación más importante es el examen sistemático de los complejos culturales de una unidad étnica que supuestamente han permanecido en una situación arqueológica, o que han permanecido en fragmentos comprensibles (Vossen, 1990: 24).

Para los años setenta se pensaba que la analogía etnográfica incluía cuatro diferentes enfoques: el de modelos generales, el de perdigones (*buckshots*), el estropeador (*spoiler*) y las aproximaciones de laboratorio (Yellen, 1977). El primero, que ha generado los trabajos más relevantes, consiste en la búsqueda de analogías e hipótesis que asumen que un proceso particular del pasado se encuentra dentro de un espectro más amplio que puede ser observado en el presente y requiere del estricto rigor metodológico y científico. Incluye, también, su papel heurístico, es decir, la capacidad de proveer fundamentos para una especulación imaginativa que puede no ser susceptible de prueba (Yellen, 1977). La idea que subyace a este enfoque es que hay principios universales del comportamiento humano a manera de las constantes bio-psicológicas que planteara Marvin Harris (1982), por lo

que el estudio sistemático de sistemas culturales del presente contribuye a resolver problemas humanos del pasado, con independencia del lugar y la cultura que sirva de base para la analogía. Muy cercano a éste, el enfoque de laboratorio, sugerido por Flannery, consiste en la realización de observaciones controladas para evaluar los procedimientos, conceptos y técnicas analíticas que la arqueología ha desarrollado (Yellen, 1977).

Los otros dos enfoques evitan todas las dificultades metodológicas y se usan de forma oportunista para apoyar una idea sobre el pasado o para debatirla y permiten el uso de una sola fuente u observación etnográfica. El enfoque de perdigones se realiza cuando el arqueólogo se enfrenta a problemas muy específicos, relevantes para un solo sitio o técnica en particular y se recurre a una analogía o anécdota etnográfica individual, de observación no sistemática, que puede sugerir una respuesta a su pregunta. El enfoque estropeador es negativo en perspectiva, sirve como control de la especulación arqueológica basada en premisas inciertas y, en un caso, se usan ejemplos etnográficos para evaluar estudios específicos y, en otro, se usan para contraponer la evidencia etnográfica a proposiciones explicativas (Yellen, 1977).

Es parcialmente cierta la idea de que la etnoarqueología rescató procedimientos que la etnografía había abandonado (Gándara 1990). Realmente, la etnoarqueología y la arqueología de sociedades vivas rebasaron las viejas prácticas etnográficas al privilegiar la observación del presente como contexto arqueológico, de lo que se denominó cultura material. Con esta metodología el arqueólogo resolvía el dilema de recursividad de la investigación social de segundo orden, es decir la observación de observadores que observan al observador y que se traduce en una paradoja (Ibáñez, 1990; Molina, 2001). El estudio de sus restos materiales deriva en problemas metodológicos diferentes a la entrevista, ya que se trata de una observación de primer orden, de un observador que observa objetos y relaciones entre ellos y no una observación de segundo orden, de un observador que observa observadores (Raglianti, 2006).

El *corpus* de datos que se presentan en los informes y trabajos etnoarqueológicos, especialmente en aquellos que se integran en la búsqueda de modelos generales y de laboratorio, incluyen representaciones de contextos arqueológicos y restos materiales de sociedades vivas: unidades domésticas y áreas de actividad. La entrevista y la opinión de los actores sociales tiene un papel menos relevante que en la observación etnográfica clásica. Cuando es necesario realizar entrevistas, debe recurrirse a los caminos que han encontrado las investigaciones de segundo orden en la resolución de la paradoja (Bray, 2008; Molina, 2001).

En ese sentido, la etnoarqueología y la arqueología de los grupos vivos permiten la asignación de significados a los contextos del presente para convertirlos en hipótesis o modelos que se evalúan sobre los contextos arqueológicos del pasado y, en los casos más optimistas, permite la construcción de conocimientos sobre las sociedades actuales con la certeza de que los restos materiales y los contextos representan las prácticas sociales de las personas, lo que hacen, no lo que creen, piensan o suponen que hacen. Este es uno de los aportes poco reconocidos del "Proyecto Basura" (*Garbage Project*) de Rathje, el reconocer que somos lo que hacemos y lo que tiramos, es la arqueología de nosotros (Gould y Schiffer, 1981; Rathje, 1974, 1979, 1996).

El éxito explicativo de la analogía etnográfica se desarrolló profundizando un dilema que ha acompañado a las ciencias históricas: la homologación de los procesos del presente con los del pasado, el principio uniformitarianista, también conocido como presentismo. Es una autorreferencia que contradice la perspectiva evolucionista ya que se hace equiparable al dilema cartesiano-newtoniano: el pasado se explica por leyes que se observan en el presente, omiten la existencia del tiempo e implican que la realidad no ha cambiado (Prigogine y Stengers 1990). Un dilema que aún tiene que resolver la analogía etnográfica, especialmente en las prácticas menos sistemáticas como la de perdigones o la estropeadora y que debe tenerse presente en el momento de realizar observaciones sobre la realidad actual para realizar hipótesis sobre el pasado.

A finales de los años noventa, en el contexto de la emergencia de los estudios sociales de la ciencia, incluida la antropología y la sociología de la ciencia, espacios en donde se buscaban las relaciones entre humanos y no humanos (Hidalgo y Stagnaro, 2016), la tesis doctoral en arqueología, que iniciara con el tema del contexto ritual de los monumentos en el Neolítico europeo, se transformó en una etnografía sobre los actos del descubrimiento. El autor aclara en el prefacio:

> aunque la etnoarqueología ha ampliado recientemente su campo de estudio para cubrir la cultura material de las sociedades industrializadas modernas incluida la nuestra, todavía se ocupa del Otro más o menos distante. La cultura material de los propios arqueólogos permanece exenta del análisis etnoarqueológico (Edgeworth, 2003: 9).

Preocupado por el tema de la analogía, se propuso considerar a la excavación arqueológica como una especie de artesanía que transforma materias primas naturales en productos culturales y, con esta analogía implícita, la actividad de los arqueólogos es análoga a la actividad inferida de los agentes humanos del pasado (Edgeworth, 2003). Con su trabajo, la etnoarqueología se busca convertir en una práctica reflexiva de la práctica

arqueológica que se inicia con la metáfora raíz que considera los restos materiales como un registro del pasado, el registro arqueológico (Edgeworth, 2003; Reeves Flores, 2012).

Por ello, el acto de descubrimiento lo definió como:

> el encuentro inicial, o transacción, entre un sujeto y un objeto material a medida que emerge del suelo en el contexto de la práctica arqueológica. Por definición, el acto de descubrimiento siempre involucra al menos 1) un agente o sujeto (generalmente un excavador ordinario), 2) un objeto (un 'hallazgo', característica u otro patrón arqueológico), 3) un campo material (del que emerge el objeto) y 4) un contexto de trabajo o trabajo (en el que el sujeto, el objeto y el campo material están unidos en algún tipo de relación entre sí) (Edgeworth, 2003: 75).

Esta nueva etnoarqueología toca el momento de construcción del dato arqueológico, en el que el investigador tiene que poner en juego todo su conocimiento teórico sobre el "registro" o contexto, sobre la estratigrafía, el manejo de las herramientas y sus habilidades de representación del descubrimiento, pero agrega el contexto social en el que este se realiza. Una acción que implica la subjetividad del arqueólogo en su interacción con la realidad (Edgeworth, 2003; Embree, 1992; López Aguilar, 2012; Reeves Flores, 2012). La idea de reflexividad que caracteriza a esta etnoarqueología se plantea porque la investigación no es sobre el Otro, sino que el arqueólogo mismo inicia un camino reflexivo sobre su actividad como creador de conocimiento, como fue señalado años antes por Clarke (1973).

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

La arqueología experimental y la etnoarqueología representan dos de las alternativas metodológicas que la arqueología ha seguido para dar respuesta a sus preguntas epistemológicas: qué es lo que queremos conocer y cómo lo podemos conocer y que tienen relación con la interrogante acerca de quién se encuentra detrás del contexto arqueológico y del artefacto que observamos. Las respuestas a estas preguntas parten de un conjunto de supuestos básicos sobre la conducta humana, independientemente de que la unidad de análisis sea el individuo (análisis a micro-nivel) o un grupo de individuos (análisis a nivel meso o semi-micro) o de entidades mayores (nivel macro) y si a partir del micro nivel se pueden inferir conductas sociales y procesos (della Porta y Keating, 2008).

Un principio que permite establecer una relación entre la observación del presente en el contexto (registro) arqueológico, en la analogía etnográfica y en la arqueología experimental y las entidades que le dieron origen en el pasado se relaciona con la pregunta acerca de por qué las personas (los agentes) hacen lo que hacen de la forma en que lo hacen y cuya respuesta se fundamenta en la lógica del consecuencialismo: los agentes están motivados por su propio interés y actúan para maximizar sus propios beneficios que, eventualmente, pueden incluir un comportamiento altruista; esa maximización del beneficio se encuentra acotado por lo que las sociedades consideran correcto de acuerdo con criterios ideológicos, éticos y cosmovisionales. El entramado de las interacciones entre agentes crea una conducta que evoluciona en función del aprendizaje y asimilación de las experiencias y su capacidad de adaptación a las circunstancias (della Porta & Keating, 2008).

Marvin Harris llamó "principios bio-psicológicos" a los que consideraba que están a la base de las decisiones de los miembros de la especie humana y que implican que la maximización del beneficio se relaciona con la minimización del gasto energético:" las personas, al enfrentar una tarea específica preferirán realizarla consumiendo el mínimo de energía" (Harris, 1982: 79).[5] Más adelante otros autores como Luhmann propusieron que los agentes humanos también tomaban decisiones buscando la minimización del riesgo, entendido como una decisión que busca evitar un daño calculado con anticipación. El cálculo de riesgos se trata de un cálculo temporal de un vaivén entre decisión y técnica y se distingue del peligro porque éste no es consecuencia de la decisión del agente y es atribuible al entorno (Acevedo y Vargas, 2000; Luhmann, 2006: 46).

Los agentes humanos actúan en su propio provecho de forma sistemática minimizando esfuerzos y riesgos y buscando maximizar el placer o las ganancias. En un relieve adaptativo (o condiciones de entorno) las decisiones viables son las que se ajusten adecuadamente a ese relieve. Es decir, los modos de ganarse la vida son resultado de las búsquedas de respuesta de los agentes insertos en un entramado coevolutivo: los trabajos nacen con quienes los ejercen y si no es factible transmitirlos a una población relativamente grande, no podrá diferenciarse de otros trabajos similares. El agente humano sabe hacer pues tanto individual como colectivamente puede

[5] Los principios de Marvin Harris son: 1. Las personas necesitan comer y, por lo común, optarán por las dietas que ofrezcan más calorías, proteínas y otros nutrientes. 2. Las personas no pueden permanecer totalmente inactivas, per a la hora de enfrentarse a una tarea específica, preferirán realizarla consumiendo el mínimo de energía. 3. Las personas poseen una sexualidad muy desarrollada y obtienen un placer reconfortante del coito (heterosexual en la mayor parte de los casos. 4. Las personas necesitan amor y afecto para sentirse felices y seguras, y, a igualdad de las demás cosas, harán lo posible por aumentar el amor y afecto que los demás les dan (Harris, 1982: 79).

tomar decisiones sobre el mundo y sabe cómo actuar para ganarse la vida sin saber cómo funciona ese mundo: es un saber *phronético* (Kauffman, 2003: 113-156; López Aguilar, 2007: 38-39.

La diferencia entre las posiciones teóricas respecto a estos principios consecuencialistas es la intervención de la racionalidad en ellos y eso regresa al dilema de la investigación de segundo orden señalado páginas arriba y sus implicaciones metodológicas. Es claro que el concepto de riesgo es moderno y occidental y que una gran cantidad de las sociedades premodernas que estudia la arqueología no tenían ese concepto, sino el de peligro y éste se encontraba tamizado por los valores sociales, la ideología y la cosmovisión y, por tanto, tienen carácter autorreferencial (Molina, 2001). Es por ello por lo que el arqueólogo debe ser cuidadoso en el uso de las ideas de riesgo-peligro, esfuerzo y gozo pues éstas deben restringirse al horizonte cultural y de posibilidades de comprensión del mundo y de decisiones sobre él en las sociedades bajo estudio.

EL problema de la autorreferencia también implica al experimento contextual y debería tomarse en cuenta para la delimitación de los prejuicios hermenéuticos que proponen, pues el hecho de reconocer la subjetividad implícita en el conocimiento no significa que de forma automática se eliminen los prejuicios autorreferenciales y esto aumenta la dificultad de comprender al otro, en especial cuando ese otro no puede dialogar y su horizonte es producto de una interpretación de otros arqueólogos que realizaron investigaciones sobre él. Comprender no es ponerse en el lugar del otro y reproducir sus vivencias, sino ponerse de acuerdo en lo dicho (Contreras, 2018).

Cuando el arqueólogo realiza observaciones etnográficas, sea en el Otro o en su propia actividad, mediante entrevistas y diálogos con personas, debe aplicar una metodología de segundo orden, pues su investigación es sobre observadores que observan y evolucionan junto con él, es un dilema propio de la observación etnográfica (Molina, 2001). El arqueólogo etnógrafo, observador del presente también debe tomar en cuenta los problemas de la propia etnografía (Bray, 2008) y los de muestreo y representación de los segmentos de los contextos que registre de esa sociedad viva, es decir de la construcción de datos arqueológicos (Embree, 1992).

El arqueólogo realiza observaciones de primer orden cuando observa contextos arqueológicos y representa objetos, colocaciones y distancias y cuando realiza experimentos, pues observa sistemas externos. Los procedimientos para la detección de huellas, indicios y rastros en los artefactos son también investigaciones de primer orden (Molina, 2001).

La emergencia de la reflexividad en la práctica cognitiva de la arqueología, señalada desde muy temprano por David Clarke (1973) implica una reflexión permanente y crítica acerca de la metodología y la técnica aplicada. Los niveles de autoconciencia crítica no sólo incluyen los aspectos fenomenológicos vinculados sobre la conciencia de presentación de objetos del y contextos del pasado en forma de trazas, objetos, huellas o sitios, sino también la conciencia de representación para la construcción de los datos (Embree 1992; López Aguilar 2012); una autoconciencia crítica del acto de descubrimiento (Reeves Flores 2012; Edgeworth 2003); de las teorías, metodologías y aspectos metaarqueológicos (Clarke 1973; Embree 1992 y de los prejuicios del investigador, incluida la autorreferencia del presente hacia el pasado (Díaz-Andreu 1998; Beck 2011).

Es por ello por lo que, más que una situación de disyunciones se trata de reflexionar y entender los niveles de autoconciencia crítica que deben realizarse ante cada decisión cognitiva y metodológica que se tome en el proceso de investigación, sea para entender al ser humano detrás de artefactos o contextos, o de entender el entrelazamiento entre agentes humanos y no humanos o entre cultura material y personas. Hoy estamos en un punto de avance de las metodologías y las técnicas arqueológicas en el que más que reglas epistemológicas y metodológicas fijas, se tiene que reflexionar sobre las alternativas existentes para tomar las mejores opciones.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Sergio Martínez del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM sus comentarios a este texto. A los integrantes del "Proyecto Eje Valle del Mezquital" y del Laboratorio de Estudios sobre tecnologías Prehispánicas de la Escuela Nacional de Antropología e Historia por sus comentarios constructivos.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, A. y Vargas, F. (2000): "Reseña de 'Sociología del riesgo' de Niklas Luhmann". *Estudios Sobre Las Culturas Contemporáneas* VI (11): 149–457.

Baena, J. (1997): "Arqueología experimental, algo más que un juego". *Boletín de Arqueología Experimental*, (1): 3–5.

Barrett, J. C. (2021): *Archaeology and its Discontents: Why Archaeology Matters*. Taylor & Francis.

Beck, A. S. (2011): "Working in the Borderland of Experimental Archaeology. On Theoretical Perspectives in Recent Experimental Work". En B. Petersson y L. E. Narmo (eds.): *Experimental Archaeology Between En-*

*lightenment and Experience*: 167–194. Noruega: Lund University, Department of Archaeology and Ancient History.

Binford, L. R. (1962): "Archaeology as Anthropology". *American Antiquity* 28 (2): 217–225.

Binford, L. R. (1965): "A Consideration of Archaeological Research Design". *American Antiquity* 29 (4): 425–441.

Binford, L. R. (1967): "Smudge pits and hide smoking: the use of analogy in archaeological reasoning". *American Antiquity* 32 (1): 1–12. https://doi.org/10.2307/278774

Binford, L. R. (1968): "Archaeological perspectives". En S. R. Binford y L. R. Binford (eds.): *New Perspectives in Archaeology*: 5–32. Chicago: Aldine Press.

Binford, L. R. (ed.) (1978): *Nunamiut Ethnoarchaeology*. New York: Academic Press.

Blank, C. (2001): "Modelos y metáforas: el uso de la analogía en la ciencia". *Anales de La Universidad Metropolitana 1* (1): 247–261.

Braidwood, R. J. (1958): "Vere Gordon Childe, 1892-1957". *American Anthropologist 60* (4): 733–736. https://doi.org/10.1525/aa.1958.60.4.02a00100

Bray, Z. (2008): "Ethnographic approaches". En D. Della Porta y M. Keating (eds.): *Approaches and methodologies in the social sciences. A pluralist perspective*: 296–315. Cambridge: Cambridge University Press.

Childe, V. G. (1988): *Evolucion Social*. México: Plaza y Valdés/Universidad Nacional Autónoma de México.

Clarke, D. (1973): "Archaeology: the loss of innocence". *Antiquity 47* (185): 6–18.

Clarke, D. L. (1977): "Spatial Information in Archaeology". En D. L. Clarke (ed.): *Spatial Archaeology:* 1–32. London and New York: Academic Press.

Clarke, D. L. (1978): *Analytical Archaeology*. London and New York: Routledge.

Coles, J. (Ed.). (1979): *Experimental Archaeology*. New York: Academic Press.

Contreras, A. F. (2018): "El otro cuya palabra puede transformarme. El papel de la alteridad en la hermenéutica de Gadamer". *Eidos* (28): 1218-156.

Daniel, G. (1974): *Historia de la arqueología. De los anticuarios a V. Gordon Childe*. Madrid: Alianza Editorial.

della Porta, D., & Keating, M. (2008): "Introduction". En D. Della Porta y M. Keating (eds.): *Approaches and methodologies in the social sciences. A pluralist perspective*: 1–16. Cambridge: Cambridge University Press.

Díaz-Andreu, M. (1998): "Nacionalismo y arqueología: del Viejo al Nuevo Mundo". *Arqueología*, (20): 116–138.

Edgeworth, M. (2003): *Acts of Discovery. An Ethnography of Archaeological Practice*. Oxford: Archaeopress.

Embree, L. (1992): "Phenomenology of a Change in Archaeological Observation". En L. Embree (ed.): *Metaarchaeology: Reflections by Archaeologists and Philosophers*: 165–194. Neetherlands: Springer.

Flannery, K. V. (1967): "Culture History vs. Cultural Process: a debate in American Archaeology" *Scientific American*, (217): 119–122.

García Rovira, I. (2013): "View of The Indian behind the Artefact or Things behind the Process? Humanism, Post-humanism and the Transition to the Neolithic". *Current Swedish Archaeology* 21: 73–91.

Gardin, J. C. (1980): *Archaeological Constructs an Aspect of Theoretical Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Gazi, V. S. y Salazar, J. (2013): "Determinación de las áreas de actividad y organización del espacio doméstico en una unidad residencial del sitio aldeano temprano La Bolsa 1 (Tafí del Valle, Tucumán, Rep. Argentina)". *Arqueología Iberoamericana* (17): 3–22.

Gould, R. A. y Schiffer, M. B. (1981): *Modern Material Culture: The Archaeology of Us*. New York: Academic Press.

Gould, R. A. (1968): Living Archaeology: The Ngatatjara of Western Australia". *Southwestern Journal of Anthropology 24* (2): 101–122. https://doi.org/10.1086/soutjanth.24.2.3629417

Gould, R. A. (1980): *Living Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Harris, M. (1982): *El Materialismo Cultural*. Madrid: Alianza Editorial.

Hidalgo, C. y Stagnaro, A. (2016): "Antropología de la Ciencia y la Tecnología". *Cuadernos de Antropología Social* (43): 9-11.

Hodder, I. (1982): *Symbols in Action: Ethnoarchaeological Studies of Material*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hodder, I. (2011): "Human-thing entanglement: towards an integrated archaeological perspective". *Journal of the Royal Anthropological Institute* 17 (1): 154–177. https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2010.01674.x

Hodder, I. (2012): *Entangled: An Archaeology of the Relationships between Humans and Things*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118241912

Ibáñez, J. (1990): "Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden". *Anthropos, Suplementos* (22): 178–187.

Jeffra, C. D. (2015): "Experimental approaches to archaeological ceramics: unifying disparate methodologies with the chaîne opératoire". *Archaeological and Anthropological Sciences* 7 (1): 141–149. https://doi.org/10.1007/s12520-014-0177-4

Kauffman, S. (2003): *Investigaciones*. Barcelona: Tusquets Editores.

Kramer, C. (1979): "Introduction". En C. Kramer (ed.), *Ethnoarchaeology. Implications of ethnography for archaeology*: 1–20. New York: Columbia University Press.

Kroeber, T. (2004): *Ishi in two worlds: A biography of the last wild Indian in North America*. Berkeley: University of California Press.

Latour, B. (2008): *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires: Manantial.

Lemonier, P. (1986): "The study of material culture today". *Towards an Anthropology of Technical Systems*: 147–186.

Leroi-Gourhan, A. (1971): *El gesto y la palabra*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

López-Aguilar, F. (1984): "Superficies y volúmenes: aspectos de la construcción teórica en arqueología". *Boletín de Antropología Americana* (10): 24–33.

López Aguilar, F., y Nieto C., R. (1985): "Comentarios Sobre la Arqueología Experimental Aplicada a la Repetición de Artefactos". *Boletín de Antropología Americana* (11): 33–37.

López Aguilar, F. (2007): "El altépetl como agente autónomo. Reflexiones desde la arqueología de la complejidad". En P. Fournier, W. Wiesheu, y T. H. Charlton (eds.): *Arqueología y complejidad social*: 25–46. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia-INAH.

López Aguilar, F. (2012): "Arqueología y complejidad. Sobre la naturaleza del dato arqueológico". En M. Cervantes (ed.): *17 Temas de la Antropología Mexicana*: 237–264. México: Academia Mexicana de Ciencias Antropológicas.

López Aguilar, F. (2021): Conocer y averiguar. Pequeñas y grandes preguntas en las estrategias de investigación arqueológica del Valle del Mezquital". En F. López Aguilar, H. López Hernández, y C. Battcock (eds.): *Entramados en el Mezquital. Treinta Años de investigaciones interdisciplinarias del Proyecto Valle del Mezquital*: 81–102. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Luhmann, N. (2006): *Sociología del Riesgo*. México: UIA.

Mácha, J. (2020): "Metaphor in analytic philosophy and cognitive science". *Revista Pesquisa Em Fisioterapia* 75 (4): 2247–2286. https://doi.org/10.17990/RPF/2019_75_4_2247

Manzanilla, L. (2001): "Estudio interdisciplinario de áreas de actividad". *Mundo de Antes* (2): 13–22.

Molina, S. (2001): "La investigación de segundo orden en ciencias sociales y su potencial predicivo: el caso del proyecto de identidad y tolerancia". *Revista Mexicana de Ciencias Politicas y Sociales* XLIV (183): 17–46.

Morgado, A. y Baena Preysler, J. (2011): "Experimentación, Arqueología Experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual". En A. Morgado, J. Baena Preysler, y D. García González (eds.): *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*: 21–28. Granada: Universidad de Granada.

O'Sullivan, A. (2019): "Introduction Defining Experimental Archaeology: Making, Understanding, Storytelling?" En C. Souyoudzoglou-Haywood y A. O'Sullivan (eds.): *Experimental Archaeology: Making, Understanding,Story-telling. Proceedings of a Workshop in Experimental Archaeology*: 1–4. Oxford: Archaeopress.

Olsen, Bjomar. (2010): *In Defense of Things: Archaeology and the Ontology of Objects*. Lanham: AltaMira Press.

Olsen, Bjomar. (2003): "Material culture after text: re-membering things". *Norwegian Archaeological Review* 36 (2): 87–104. https://doi.org/10.1080/00293650310000650

Olsen, Bjomar. (2021): "After interpretation: remembering archaeology". *Computer Science and Application* 20 (1): 11–34. https://doi.org/10.37718/CSA.2012.01

Orenstein, H. (1954): "The Evolutionary Theory of V. Gordon Childe". *Southwestern Journal of Anthropology* 10 (2): 200–214.

Outram, A. K. (2008): "Introduction to experimental archaeology". *World Archaeology* 40 (1): 1–6. https://doi.org/10.1080/00438240801889456

Pelegrin, J. (1990): "Prehistoric lithic technology: some aspects of research". *Archaeological Review from Cambridge* 9 (1): 116-125.

Politis, G. (2007): *Nukak: Ethnoarchaeology of an Amazonian People*. Walnut Creek: Left Coast Press.

Pomedio, C. (2018): "La escuela francesa de Antropología de las Técnicas: de la sociología de Mauss a las aplicaciones actuales en la arqueología de México". *Cuicuilco. Revista de Ciencias Antropológicas*. (72): 51-70.

Prigogine, I. y Stengers, I. (1990): *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.

Raglianti, F. (2006): "Comunicación de una Observación de Segundo Orden: ¿Cómo puede seleccionar el investigador sus herramientas?" *Cinta de Moebio* 27: 303–313.

Rasmussen, M. (2001): "Experiments in archaeology: a view form Lejre, an "old" experimental centre". *Verlag Karl Schwegler AG*. (58): 3-10. https://doi.org/10.5169/seals-169603

Rathje, W. L. (1974). "The Garbage Project: A New Way of Looking at the Problems of Archaeology". *Archaeology* 27 (4): 236.

Rathje, W. L. (1979): "Modern Material Culture Studies". *Advances in Archaeological Method and Theory* (2): 1-37.

Rathje, W. L. (1996) "The Garbage Project and the archaeology of us". *Britannica's Yearbook of Science and the Future*: 158-177.

Reeves Flores, J. (2012): *Experimental Archaeology: an ethnography of its perceived value and impact in archaeological research* (Doctoral dissertation). Exeter: University of Exeter.

Reid, J. J., Schiffer, M. B. y Rathje, W. L. (1975): Behavioral Archaeology: Four Strategies. *American Anthropologist* 77 (4) 864-869.

Renfrew, C., & Bahn, P. (2005): *Archaeology: The Key Concepts*. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203491096

Rivadulla, A. (2006): "Metáforas y modelos en ciencia y filosofía". *Revista de Filosofía* 31 (2): 189–202.

Rodriguez-Medina, L. (2021): "De la posverdad al populismo epistémico: una visión desde los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS)". *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* 66 (243). https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2021.243.76053

Schiffer, M. B. (1972): "Archaeological Context and Systemic Context". *American Antiquity* 37 (2): 156-165. https://doi.org/10.2307/278203

Schiffer, M. B. (1975): "Archaeology as behavioral science". *American Anthropologist* 77 (4): 836–848. https://doi.org/10.1525/aa.1975.77.4.02a00060

Schiffer, M. B. (1976): *Behavioral Archeology*. New York: Academic Press.

Schiffer, M. B. (1983): "Toward the identification of formation processes". *American Antiquity* 48 (4): 675–706. https://doi.org/10.2307/279771

Schiffer, M. B. (2009): "Ethnoarchaeology, Experimental Archaeology, and the 'American School'". *Ethnoarchaeology* 1 (1): 7–26.

Shanks, M. (2007): "Symmetrical archaeology". *World Archaeology* 39 (4): 589–596. https://doi.org/10.1080/00438240701679676

Strand, E. A. (2012): The textile chaîne opératoire: using a multidisciplinary approach to textile archaeology with a focus on the Ancient Near East. *Paléorient* 38 (1-2): 21-40.

Velasco Gómez, A. (1995): "La hermeneutización de la filosofía de la ciencia contemporánea". *Revista de Filosofía Diánoia* 41 (41): 51–64.

Vossen, R. (1990): "Analogies in Ethnoarchaeology Pitfalls and Possibilities". En Y. Sugiura y M. C. Serra (eds.): *Etnoarqueología: Coloquio Boch-Gimpera*: 23–42. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Wagensberg, J. (2002): *Ideas Sobre La Complejidad Del Mundo*. Barcelona: Tusquets Editor.

Weinberg, M., González Gálvez, M. y Bonelli, C. (2020): "Políticas de la evidencia: entre posverdad, objetividad y etnografía". *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología* (41): 3–27. https://doi.org/10.7440/antipoda41.2020.01

Yellen, J. E., Ingersoll, D. y Macdonald, W. (1977): *Experimental Archaeology*. New York: Columbia University Press.

Yellen, J. E. (ed.). (1977): *Archaeological Approaches to the Present*. New York: Academic Press.

# PROYECTO DE CREACIÓN DE UN BANCO DE DATOS DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

**María del Carmen Pérez Ortiz de Montellano***

**RESUMEN**

La observación macroscópica constituye la primera aproximación a los materiales y permite la identificación de los rasgos que los caracterizan y puede ir complementada o no con otros análisis como son los arqueométricos. Si consideramos que los fragmentos cerámicos analizados por un solo proyecto se cuentan por miles, los datos resultantes pueden alcanzar a sumar varios millones; y cada uno de ellos debiera considerarse como una fuente de conocimiento con carácter propio. No obstante, estos datos rara vez se encuentran a disposición de otros grupos de investigación ya que, en la práctica, una fracción importante es inaccesible porque no son publicados o, en su defecto, lo son, pero no en su forma "primaria" sino integrados a la narrativa de la interpretación. Esto tiene como consecuencia que, en mayor o menor medida, su potencial para validar los resultados de las investigaciones que los generaron, ser reinterpretados o integrados en nuevos análisis se vea drásticamente limitada. Por tanto, resulta indispensable un espacio de consulta e intercambio de datos que sirvan como información de referencia y material de trabajo para los diferentes investigadores interesados. Es necesario que dicho espacio albergue los datos derivados de las observaciones macroscópicas y arqueométricas, independientemente de que estén o no asociados a una publicación. De aquí surge el proyecto para la creación de un Banco de Datos de Cerámicas Arqueológicas. Este tiene como objetivo recoger, administrar y poner a disposición la información derivada de los análisis aplicados a las cerámicas de distintos proyectos arqueológicos. Este sistema actuará como un repositorio que reunirá y organizará una amplia variedad de datos susceptibles de ser consultados por cualquier proyecto interesado al tiempo que estará abierto a la incorporación de nuevos paquetes de información.

***Palabras clave: Cerámica, Arqueología, Base de Datos, Organización.***

**ABSTRACT**

The macroscopic observation constitutes the first approach to the materials and allows the identification of the features that characterize them and may or may not be complemented with other analyzes such as the archaeometric ones. If we consider that the ceramic fragments analyzed by a single project number in the thousands, the resulting data can add up to several million; and each of them should be considered as a source of knowledge with its own character. However, these data are rarely available to other research groups since, in practice, an important fraction is inaccessible because they are not published or, failing that, they are, but not in their "primary" form but integrated into a narrative of interpretation. This has the consequence that, to a greater or lesser extent, its potential to validate the results of the research that generated them, to be reinterpreted or integrated into new analyses, is drastically limited. Therefore, a space for consulting and exchanging data that serves as reference information and work material for the different interested researchers is essential. It is necessary that this space contains the data derived from the macroscopic and archaeometric observations, regardless of whether or not they are associated with a publication. From here arises the project for the creation of a Data Bank of Archaeological Ceramics. Its objective is to collect, manage and make available the information derived from the analyzes applied to ceramics from different archaeological projects. This system will act as a repository that will gather and organize a wide variety of data that can be consulted by any interested project while being open to the incorporation of new information packages.

***KEYWORDS: Ceramics, Archaeology, Database, Organisation.***

* UNAM, Becaria del Programa de Becas Posdoctorales en la UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas Asesorada por el Dr. Rodrigo Liendo. Email: carmenodem@yahoo.com, http://orcid.org/0000-0001-5860-2993

## 1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones arqueológicas, en su mayoría abocadas al estudio de los pueblos antiguos, no pueden hacer una observación directa de los fenómenos que estudian. En cambio, se valen del análisis e interpretación de los objetos que han sido manufacturados o modificados por los grupos humanos desaparecidos. Al conjunto de estos objetos, que van desde asentamientos completos, con sus grandes y pequeñas estructuras arquitectónicas, hasta las más minúsculas, e incluso microscópicas evidencias, se le denomina "cultura material" y es a través de ella que se acercan a esas sociedades.

Hasta hace unas pocas décadas, la cultura material se había concebido solamente como un efecto del accionar humano, es decir, un mero producto o reflejo de la sociedad jugando un papel secundario en la vida de las personas. Sin embargo, actualmente se reconoce su coparticipación en la historia, pues resulta imposible comprender, o siquiera imaginar, a las sociedades humanas en un contexto desvinculado de ella. Este cambio de pensamiento ha derivado en el reconocimiento de su valor como parte activa de la sociedad; no se trata simplemente un producto de la vida humana, sino una parte indisociable de ella. Ahora los objetos no son vistos como entes pasivos, sino como agentes que afectan, profunda e inevitablemente, la vida de las personas (Broncano, 2008; Guarinello, 2005; Hodder, 1994; Thomas, 2005; Tilley, 2007).

Esto resulta de particular relevancia para nuestra disciplina que busca comprender las prácticas sociales del pasado a través del estudio e interpretación de los rastros, producto de sus acciones, que han logrado permanecer hasta la actualidad (Joyce, 2015). Lamentablemente la brecha temporal que nos separa de las sociedades en las que nos interesamos hace que la mayoría de su repertorio material se haya degradado y desvanecido con el pasar de los años. Por consiguiente, sólo podemos acceder, directa o indirectamente a una fracción de él.

En el caso que nos ocupa, la cerámica ha desempeñado un papel protagónico en la vida social de los pueblos antiguos y, en buena medida, de los contemporáneos ya que, a lo largo de la historia humana es posible reconocer su participación en actividades cotidianas, rituales, simbólicas o de intercambio, por mencionar unas pocas. Aunado a ello, al lado de la lítica, es uno de los materiales más perdurables y, en ocasiones, el más abundante en los contextos arqueológicos llegando a conformar la mayor parte de los restos recuperados durante una intervención. Por estas razones, su análisis ha sido, y seguirá siendo, un pilar fundamental en el trabajo arqueológico. Como parte de la cultura material, la cerámica nos ofrece la oportunidad de comprender la vida de las sociedades extintas, no solamente por la información que aporta directamente, sino porque frecuentemente da cuenta de otros materiales que han desaparecido y que, como ella, han coparticipado en el desarrollo de los pueblos.

Dadas su importancia y relevancia, el análisis cerámico genera, desde el trabajo de campo y más aún en el de laboratorio, grandes cantidades de datos en forma de notas, dibujos, fotografías, reportes, publicaciones y muchas más. Su articulación deriva en modelos funcionales; no se trata de réplicas, sino de representaciones que incorporan de manera precisa aquellos rasgos que son relevantes para las problemáticas arqueológicas. Su integración con los análisis contextuales y de otros materiales, constituye las bases para la resolución de problemas específicos. Sin embargo, su potencial no se agota aquí, los datos que en el momento de su generación resolvieron interrogantes concretas pueden, a través de nuevas consultas, llevar a nuevos hallazgos o a plantear nuevas preguntas.

También, es necesario considerar que el manejo físico de los materiales arqueológicos conlleva frecuentemente un proceso de descarte que se efectúa al finalizar el proyecto. Cada vez que una pieza cerámica se va descartando posterior a su análisis, lo único que queda de ella es el modelo. Esto significa que los datos, en muchas ocasiones, son recursos no renovables que podrían aprovecharse en el futuro, ya sea por el mismo grupo que los generó o por otros distintos que pueden encontrar en ellos nueva información e incluso la posibilidad de desarrollar diferentes estrategias de análisis. Lo que en algún momento fue un esfuerzo singular puede y debe convertirse en un recurso que tome parte, de manera activa, en la solución de problemas comunes.

## 2. RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL ACCESO A LOS DATOS CERÁMICOS

Desde siempre, y más en la actualidad, el trabajo científico no se limita a la generación de datos, sino se enriquece por el intercambio de ideas entre los diferentes estudiosos. El acceso compartido a la información es fundamental para el sustento y el avance del conocimiento permitiendo fortalecer los estudios que se construyen tomando como base, apoyo o contraste los resultados de los otros (Birnholtz & Bietz, 2003; Borgman, 2008; Torres et al., 2012). Nuestra disciplina nunca ha sido ajena a estas necesidades por lo que poner a disposición de la comunidad arqueológica la mayor cantidad de datos abre nuevos caminos para el desarrollo de mejores investigaciones.

Sin embargo, la difusión de los datos arqueológicos, como ocurre en muchas disciplinas, enfrenta obstáculos (Kansa, 2005). Posiblemente el mayor de ellos es que los investigadores están imposibilitados para consultar la información de sus contrapartes hasta que es publicada. Además, en la práctica, una proporción importante de

los datos son inaccesibles a otras investigaciones porque muchos no son publicados por no ser prioritario para los proyectos o, en su defecto, son publicados, pero no en su forma "primaria" o "bruta", sino integrados a la narrativa de la interpretación por lo que otros equipos sólo pueden disponer de una fracción de la información existente. Esto tiene como consecuencia que, en mayor o menor medida, su potencial para validar los resultados de las investigaciones que los generaron, ser reinterpretados o integrados en nuevos análisis se vea drásticamente limitada.

A lo anterior hay que añadir que estos datos son permanentemente enriquecidos y, en muchas ocasiones, modificados conforme a las necesidades de los proyectos y los avances en las investigaciones, sin mencionar transformaciones en las metodologías de análisis que están en constante perfeccionamiento. Es por ello que, dado su volumen y heterogeneidad, representa un gran reto su compilación y sistematización a fin de que se conviertan en fuentes de información útil para la consecución de los objetivos de las investigaciones del mismo u otros proyectos. Resolver estos problemas requiere tanto de la participación activa de los investigadores como de herramientas que posibiliten el acceso e intercambio de la información que se genera día a día (Kansa, 2005).

Como se mencionó líneas arriba, la fase descriptiva de la cultura material es fundamental. En nuestra disciplina comúnmente los datos generados en esta etapa se obtienen mediante la observación, registro y análisis directo de los materiales. Ahora bien, es habitual que un investigador tenga la necesidad de examinar los materiales o consultar los datos de un proyecto ajeno. Identificar cuáles son los rasgos significativos, cuyo análisis servirá para dar respuesta a preguntas socio-culturales, implica recorrer un largo y sinuoso camino que invariablemente tiene su origen en una cuidadosa selección, recolección y evaluación de los datos disponibles. Sin embargo, como también se señaló, un equipo de investigación puede enfrentarse a circunstancias que entorpecen el acceso a esa información, ya sea que los datos no hayan sido publicados, que su contraparte no tenga disposición de compartirlos o, en casos extremos, que las evidencias se hayan desechado sin un análisis exhaustivo (Torres et al., 2012).

En el caso de la cerámica, las ceramotecas constituyen una alternativa para resolver estos problemas fungiendo como los espacios en los que los investigadores pueden acceder directamente a los materiales y a los datos que han servido en las interpretaciones de sus colegas. En México, por ejemplo, el Instituto Nacional de Antropología e Historia cuenta con varias instalaciones en las que se resguardan físicamente colecciones de piezas arqueológicas (particularmente cerámica) que han sido recuperadas en múltiples investigaciones arqueológicas realizadas en territorio nacional como la Ceramoteca de Teotihuacan, el Laboratorio de cerámica y ceramoteca de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, el Departamento de Colecciones Arqueológicas Comparativas o la Ceramoteca Eduardo Noguera Azúa.

A la par de estos espacios físicos, la puesta a disposición electrónica de datos arqueológicos (descriptivos, contextuales, gráficos, arqueométricos, publicaciones, etc.) se ha convertido en una práctica que ha venido creciendo aceleradamente. Este afortunado fenómeno responde a una serie de circunstancias entre las que se cuentan: el avance de las tecnologías de la comunicación e información, la proliferación de instrumentos más potentes, la migración de los espacios físicos de trabajo hacia los espacios virtuales y la aceptación del movimiento de acceso abierto por parte de los investigadores (Valentín, 2013).

La adopción de las llamadas "nuevas tecnologías" ofrece un medio efectivo para manipular y organizar una gran cantidad de información, facilitando su organización, recuperación y despliegue de una forma eficaz (Kadar, 2002). En México, su empleo ha permitido la puesta en marcha de recursos electrónicos, de acceso público, que permiten visualizar y/o realizar consultas sobre colecciones de materiales arqueológicos como la base de datos pública de las colecciones del Museo Nacional de Antropología, el Sistema Único de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicos e Históricos o la Mediateca del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

No se pone en duda que estos espacios físicos y virtuales son fuentes importantes de información de la cerámica arqueológica, pero una de sus limitantes es que no están pensados como medios flexibles que acepten información diferente a la contemplada en su diseño original con la consecuencia de que no ofrecen información integral de los materiales arqueológicos. Si bien contienen algunos datos técnicos generales, tienen pocos, o ninguno, de análisis químicos o físicos realizados en los materiales y tampoco hacen aclaraciones sobre la obtención y organización del corpus, no presentan los resultados de las investigaciones que lo han analizado, ni están diseñados para "cruzar" la información de los diferentes proyectos que los han nutrido.

A nivel mundial el panorama no es muy diferente, la mayoría de las bases de datos de acceso público de cerámicas arqueológicas se limitan a la consulta de imágenes fotográficas de unas pocas colecciones acompañadas de información general de los artefactos. Sus contrapartes especializadas comúnmente tienen un acceso restringido a un grupo de investigación lo cual dificulta su consulta por parte de los miembros de otros proyectos. No obstante, vale la pena mencionar algunos bancos de datos en los que se recopila, resguarda y difunde, en formato digital vía web información arqueológica especializada de muy diversa índole: Ancient Pottery Database (http://apd.farli.org), Beazley Archive Pottery Database (https://www.beazley.ox.ac.uk), Mesoamerican Pottery

Database (http://research.famsi.org/rollouts) Archaeological Data Service ads (https://archaeologydat aservice.ac.uk), The Digital Archaeological Record tDAR (https://www.tdar.org), Open Context (https://opencontext.org), o el OCHRE Data Service (https://ochre.uchicago.edu).

## 3. BANCO DE DATOS DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS (BDAC)

En el caso que nos atañe, se ha vuelto una práctica común que los proyectos arqueológicos diseñen y utilicen para sí bases de datos cerámicos que sirven para el almacenamiento y análisis de los modelos de estos materiales. En ellas no solamente se encuentra el cúmulo de datos, sino que llevan implícitos sus propósitos, procesos y parámetros de obtención (Huggett, 2014), incluso es frecuente que alberguen más información de la que es puesta a disposición a través de la narrativa de las publicaciones (Kansa, 2005). Las bases de datos que se generan durante la ejecución de un proyecto debieran considerarse como una fuente de conocimiento con carácter propio con el potencial de ser utilizadas para validar los resultados de las investigaciones que las generaron o de ser reutilizadas para generar nuevo conocimiento.

No obstante, debemos tener presente que los materiales digitales no están exentos de riesgos entre los que se pueden contar: información fragmentada, pérdida o extravío de conjuntos de datos que no están adecuadamente archivados ni documentados, falta de interconexión entre los datos, ausencia de planes para su mantenimiento y conservación, barreras de acceso y obsolescencia de dispositivos y formatos (Valentín, 2013). Si sumamos a ello la imposibilidad de reanalizar los materiales de manera física, resultan evidentes la necesidad y urgencia de encontrar maneras de poner a disposición los datos de investigación que, en muchas ocasiones, son únicos e irrepetibles y no pueden ser reemplazados si se destruyen, se extravían o se corrompen. Queda claro que el manejo de los datos es crítico ya que puede provocar la pérdida de grandes cantidades de información, tal vez para siempre. Además, ¿Para qué realizar un doble trabajo? Si los materiales ya han sido analizados y los datos han sido registrados rigurosamente debería bastar con el acceso a éstos.

En el contexto económico actual, es necesario buscar un mayor rendimiento de los recursos financieros invertidos en las investigaciones. Por tanto, los datos que proceden de proyectos costeados con erario público, como es el caso de la mayoría de las investigaciones arqueológicas en México, debieran ser puestos a disposición para el bien común. Con ello en mente y dadas las necesidades actuales de nuestra disciplina nace el proyecto para la creación del Banco de Datos de Cerámicas Arqueológicas (BDCA) de acceso abierto que brinde y, a la vez, se nutra con información referente a la cerámica arqueológica derivada de los estudios de diferentes proyectos.

Un banco de datos se define como un sistema informático en el que un conjunto de datos de diferente naturaleza, pero perteneciente a un mismo tema, son agrupados, ordenados y mantenidos en un soporte único permitiendo su acceso con diversos fines. Uno de los elementos más importantes con los que debe contar es un sistema claro y efectivo de organización, ya que su fin último es proporcionar un medio de recuperación y análisis de información que, de otra manera, estaría desordenada dificultando tanto su consulta como su manejo.

La intención es sentar las bases de un recurso que brinde, en el mediano y largo plazo, tanto a los arqueólogos como a los especialistas en otras disciplinas antropológicas, un espacio de consulta e intercambio de datos primarios de cerámicas arqueológicas que sirvan como información de referencia y material de trabajo. En el contexto de la utilización de sistemas de trabajo colaborativo apoyados por computadora o CSCW por sus siglas en inglés (computer-supported cooperative work), la importancia de estos sistemas, como una poderosa herramienta, ha crecido en los últimos años debido al exponencial incremento en la producción de datos, a las facilidades tecnológicas para su sistematización y a la necesidad de hacerlos accesibles. Adicionalmente cada vez existe un mayor consenso sobre la importancia de hacer públicos no sólo los datos de las investigaciones sino los mecanismos y procesos para obtenerlos como un factor necesario para el avance del conocimiento (Birnholtz & Bietz, 2003; Borgman, 2008; Kadar, 2002; Kansa, 2005; Kintigh, 2006; Kintigh et al, 2015).

Este banco de datos es del tipo que se denomina de "propósito general", "de recursos" u "operacional" que se refiere a aquellos sistemas que no son perfilados específicamente para el cumplimiento de los objetivos de un único proyecto, sino que son creados para ser aprovechados por diversos usuarios con necesidades propias (Kadar, 2002). Este sistema actuará como un repositorio que reunirá y organizará una amplia variedad de datos cerámicos susceptibles de ser consultados, de manera acorde a las necesidades de los investigadores, al tiempo que estará abierto a la incorporación de nuevos conjuntos de datos (Kansa, 2005). Con ello se abre la posibilidad de concentrar y organizar una gran cantidad de recursos poniéndolos a disposición de cualquier investigador interesado. Esta herramienta permitirá a los estudiosos acceder y compartir datos puntuales que de otro modo tendrían que consultar de forma aislada.

### *3.1. Fase de diseño del BDCA*

Como se mencionó en líneas anteriores, la cerámica es, en muchas ocasiones, el material arqueológico más abundante y, por tanto, al que se aboca una parte importante de los estudios. La gama de análisis que pueden aplicársele es muy amplia y puede ir desde los que se realizan con instrumentos muy sencillos hasta aquellos para los que se utilizan equipos e instalaciones muy sofisticados. Sin embargo, invariablemente todos ellos parten de una evaluación inicial a través de la observación directa. Esta constituye la primera aproximación y permite, a través de una descripción pormenorizada, la identificación de rasgos espacio-temporales, pero también tecnológicos, morfo-funcionales y estilísticos. Por tanto, la etapa del registro macroscópico resulta de vital importancia llegando a consumir la mayor parte del tiempo y los recursos de una investigación cuyo producto suele ser un volumen de datos que alcanza a sumar varios millones.

Ahora bien, la manera en que cada proyecto aborda el análisis macroscópico puede diferir en función de sus necesidades particulares. No obstante, en la disciplina existen muchos puntos de consenso en cuanto al tipo de problemáticas y la información necesaria para su resolución. En el caso que nos ocupa, no cabe duda de que existe un conjunto bien definido de atributos de descripción que son, casi con certeza, universales en los análisis de la cerámica arqueológica del país y, por ende, los que cualquier proyecto contempla: dataciones, procedencias (sitio de manufactura y de recuperación), morfología (forma, dimensiones), pastas (texturas, desgrasantes/inclusiones), superficie (acabados y colores) y decoración (técnicas y diseños).

Esto resulta de particular relevancia para el diseño del Banco de Datos de Cerámicas Arqueológicas. Dado que estos atributos son los que todo análisis cerámico aporta, al tiempo que es la información básica que todo interesado en su estudio requiere, se decidió que los registros "brutos" de estas observaciones conformen la información mínima que habrá de gestionar el sistema. A ellos se suma otro grupo de datos que pueden denominarse extendidos y que corresponden a los estudios macroscópicos de otros rasgos que no entran en este conjunto, pero fueron relevantes para el proyecto que los consignó, imágenes y, en caso de que se encuentren disponibles, los datos derivados de análisis arqueométricos. Finalmente, como información accesoria se tiene contemplada una tercera categoría ya que, aun cuando el banco gira en torno a los datos primarios, tiene la capacidad de alojar referencias a las publicaciones relativas al corpus de datos que recoge (Figura 1).

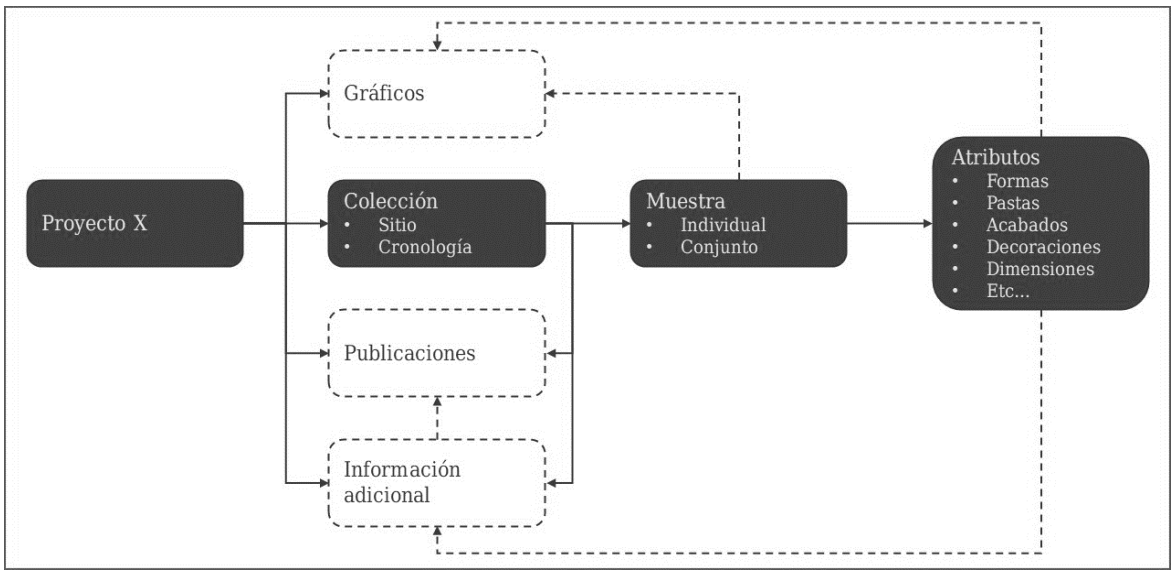



**Figura 1.** Datos proporcionados por cada proyecto independiente. En los recuadros sólidos aparece la información mínima y en los punteados la extendida y complementaria. Las flechas representan las posibles relaciones entre cada conjunto.

Los datos digitales que se integrarán al sistema serán proporcionados directamente por cada proyecto arqueológico interesado en aportarlos. Una característica deseable, aunque no indispensable, es que la información entregada, sea macroscópica o arqueométrica, se encuentre desglosada en variables no jerarquizadas. La práctica más común es que su registro y gestión se lleve a cabo en hojas de cálculo o, cada vez más frecuentemente, en bases de datos. Si bien en la actualidad cada vez menos proyectos las utilizan como un simple archivo, en ambos casos los datos contenidos en ellas tienen el potencial de convertirse un recurso muy valioso para otros arqueólogos; por tanto, la recepción en cualquiera de estos formatos es adecuada para su incorporación en el BDCA aunque es importante mencionar que requiere de un pre-procesamiento para hacerla manejable en términos de consulta y análisis.

El pre-procesamiento implica la manipulación de los datos en los términos específicos requeridos para incorporarse al BDCA. Este proceso puede resumirse en cuatro pasos. En primer lugar evaluar cuáles de ellos son susceptibles de resguardarse y gestionarse en un banco de datos. En segundo, la limpieza y depuración que consiste en identificar datos faltantes, corruptos o incorrectos para a) complementar, en los casos que sea posible, la información faltante y, b) identificar las causas de la falta de concordancia y corregir la información cuando sea factible, o en su defecto, asignar un valor nulo que no afecte el resto de los datos del registro, c) en casos extremos, eliminar el registro de la muestra de análisis. En tercero, estandarizar los criterios de registro. Finalmente, en cuarto lugar, armonizar los registros lo cual consiste en asignar una codificación definitiva para cada variable.

Por otra parte, es muy importante reiterar que los datos son creados por personas específicas, bajo condiciones específicas y para propósitos específicos (Huggett, 2014). Un desafío fundamental es el manejo de conjuntos de vocabularios y codificaciones muy diversos (Kansa, 2005; Macchi, 1999). En ocasiones algunos datos no se manejan conforme un formato estandarizado sino que su lenguaje y terminología difieren, o incluso discrepan, entre los distintos investigadores; además puede ocurrir que se hayan construido a partir de conceptos que no se expresan explícitamente lo cual puede derivar en confusiones, falta de sentido o inutilidad de la información (Birnholtz & Bietz, 2003; Macchi, 1999). Ciertamente, los datos que habrán de gestionarse en el BDCA, al provenir de diferentes proyectos, no son del todo homogéneos, sino que tienen particularidades propias en función, principalmente de las metodologías de análisis.

Una gestión de datos sistemática debe hacerse no sólo con claridad, sino con rigurosidad y consistencia lo cual implica un proceso de reflexión, análisis y evaluación tanto de su naturaleza como de los criterios de su manejo. Por lo tanto, el trabajo no sólo consiste en traducir la información a un lenguaje comprensible para el sistema, ni distribuirla al interior del mismo. Es necesario tanto analizar los datos como entablar un diálogo con los investigadores para comprender el lenguaje y los códigos de registro, así como el contexto en el que se generaron, es decir, acceder a la documentación que da cuenta de: 1) su propósito 2) su proceso de obtención 3) sus parámetros (Borgman, 2008; Huggett, 2014; Torres et al., 2012). Si se llegara a omitir este paso se correría un riesgo muy real de dañar la integridad del paquete de información.

En la medida que este banco de datos pretende abarcar la mayor diversidad de información referente a las cerámicas arqueológicas, para dar cabida a la adición de datos y consultas muy variadas se requiere una compleja "estructura de datos". Como la información que albergará provendrá de diferentes proyectos cada paquete de datos tendrá particularidades propias. Por tanto la estructura debe ser flexible tanto en el aspecto de manejo como de recuperación además de permitir futuras expansiones para incluir nueva información (Kadar, 2002). Los mecanismos internos del banco de datos deben ser, por tanto, escalables para dar cabida a nuevos conjuntos de datos y nuevos participantes con nuevas necesidades y requerimientos (Kansa, 2005).

Con ello en mente, se optó por la utilización de un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales comercial. Su elección se dio en función de la experiencia previa en su manejo y a que tiene una serie virtudes: la capacidad de manejar información en formato de texto, numérico y gráfico, además de que permite incrustar archivos de otros tipos; ofrece diversos modos de visualizar la información, no sólo en filas y columnas como en una hoja de cálculo, sino como formularios y reportes (en extenso y sumarios) que hacen la introducción y consulta de datos más sencilla, rápida y consistente; permite limitar las opciones de captura con lo que se previenen muchos errores al introducir los datos; finalmente, las interfaces de registro y búsqueda funcionan independientemente lo que asegura que la información no sea alterada por accidente.

Puesto que la intención es que el BDCA resguarde registros de diversos periodos y regiones es necesario que su diseño sea el adecuado para recibir información de diferentes procedencias geográficas, temporalidades y sistemas de análisis. Para ello se planteó gestionar las colaboraciones de cada proyecto arqueológico en una o más tablas independientes que se vinculan entre sí conforme atributos comunes como procedencias y cronologías. La principal ventaja de organizar los datos de esta manera es la facilidad de captura y gestión de los paquetes que se vayan incorporando. Gracias a este manejo independiente se respetarán los parámetros de cada investigación a lo cual se suma que las modificaciones y adecuaciones a cada tabla no afectarán de forma global al banco de datos.

### *3.2. El BDCA al día de hoy*

Es importante hacer la aclaración de que a la fecha (marzo de 2022), aun cuando las fases de diseño y evaluación del BDCA han concluido exitosamente, no se encuentra abierto al acceso público. Sin embargo, a fin de desarrollar el BDCA, inicialmente se contó con el apoyo de dos proyectos arqueológicos desarrollados en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México: El Proyecto valle de Toluca a cargo de la Dra. Yoko Sugiura y el Proyecto de Arqueología de la región de Palenque bajo la dirección del Dr. Rodrigo Liendo.

Inicialmente el sistema fue nutrido con los registros de más de 500,000 tiestos cerámicos que estos dos proyectos aportaron (el primero consta de casi 300,000, mientras que el segundo se conforma por poco más de 240,000) conformados por sub-muestras de diferentes procedencias y temporalidades (Tablas 1 y 2). La información de ambos coincide en que, en su mayoría, se trata de los datos "en bruto", tanto cuantitativos como cualitativos, generados de los análisis macroscópicos aplicados a estos materiales. En unos y otros se encuentra registrada la información que se considera prioritaria para ser consultada en el BDCA por cualquier interesado en el tema (cronologías, procedencias, morfologías, pastas, superficies y decoraciones). Además, dependiendo de las metodologías de análisis particulares, hicieron entrega otros datos macroscópicos que colectaron, material gráfico, resultados de análisis arqueométricos y publicaciones o referencias a las mismas.

**Tabla 1.** Datos macroscópicos proporcionados por el Proyecto de la region de Palenque.

| **TOTAL DE TIESTOS** | **296,425** |
|---|---|
| Complejo | 90,737 |
| Sitio | 296,425 |
| Pasta | 294,357 |
| Forma | 98,553 |
| Subclase formal | 295,743 |
| Altura | 423 |
| Diámetro de boca | 17,023 |
| Capacidad | 223 |
| Superficie | 43,874 |
| Decoración | 23,127 |
| **TOTAL DE DATOS** | **1,160,485** |

Evidentemente, la información que cada proyecto facilitó tiene características propias que requirieron de un manejo "personalizado". El número y naturaleza de variables y atributos, los sistemas de codificación y registro, así como el lenguaje utilizados por cada investigación no fue del todo consistente. En la etapa de diseño tomaron como referencia, tanto los puntos en común como aquellos en los que difieren los datos. El hecho de que ambas muestras fueran relativamente disímiles fue de gran ayuda al ejemplificar las necesidades que la información podría requerir en el futuro para que el sistema cumpla su propósito de ser escalable y, por tanto, aplicable otras investigaciones sobre cerámicas mesoamericanas. Gracias a la incorporación de datos reales fue posible evaluar el funcionamiento del sistema, particularmente en lo referente a los aspectos relacional, de consulta y análisis, así como identificar y corregir problemas de las fases de estructuración y diseño.

A grandes rasgos, la estructura física interna del BDCA se compone por dos tipos de tablas "constantes" y "variables". Las primeras se denominan así en el sentido de que los campos que las constituyen están definidos y no habrá de incorporarse ninguno nuevo. En esta categoría se encuentran cinco tablas: una de relación en la que se incorporan los campos proyecto, sitio y cronología que sirven como llaves hacia las otras tablas constantes que se refieren a los datos específicos sobre esos tres aspectos (en relaciones "muchos a uno"). A su vez, cada una de ellas contiene campos llave que las vinculan con la otra tabla constante relativa a las publicaciones (en relación "uno a muchos") y a las tablas variables (en relación "uno a uno"). Estas últimas agrupan los paquetes de información entregados por los proyectos y tanto su número como la cantidad de campos que contienen varían en función de los datos proporcionados y de ahí su denominación de "tablas variables".

**Tabla 2.** Datos macroscópicos proporcionados por el Proyecto valle de Toluca.

| **TOTAL DE TIESTOS** | **240,899** |
|---|---|
| Periodo | 234,704 |
| Sitio | 240,899 |
| Textura de pasta | 240,899 |
| Inclusiones de pasta | 240,899 |
| Forma | 235,747 |
| Borde | 47,646 |
| Cuello | 14,599 |
| Cuerpo | 180,524 |
| Fondo/Base | 18,970 |
| Altura | 269 |
| Diámetro de boca | 17,841 |
| Acabado interior | 203,904 |

| | |
|---|---|
| Acabado exterior | 208,964 |
| Color | 202,518 |
| Decoración interior | 26,021 |
| Decoración exterior | 25,274 |
| Análisis químicos | 13,216 |
| **TOTAL DE DATOS** | **2,152,894** |

Al día de hoy, el BDCA se conforma por las cinco tablas constantes y cinco tablas variables. De estas últimas dos corresponden a los datos macroscópicos y gráficos de los Proyectos región de Palenque y valle de Toluca y las cuatro restantes a la información extendida proporcionada por este último: resultados de análisis químicos para identificar funciones y caracterizaciones de formas y pastas. Ello responde a que la información proporcionada por cada proyecto se respeta íntegramente respecto al tipo y número de variables, sus nomenclaturas y parámetros de obtención.

A nivel externo se proyectaron tres tipos de interfaces de interacción con el usuario: captura, consulta y presentación de informes. Las tablas constantes se presentan en seis interfaces de consulta/vínculo que se organizan de forma arborescente desde la categoría mayor que corresponde a estado de la república, la cual se bifurca en sitios o cronologías para ajustarse a las necesidades de los consultantes. Ambas se disgregan en el siguiente nivel por el o los proyectos que tengan información dentro del sistema y estos vinculan directamente con las interfaces de presentación de informes.

Hay un primer nivel de informe en el que se presentan el conjunto de datos aportado por cada investigación los cuales son susceptibles de descargarse en un formato compatible con una hoja de cálculo convencional o cualquier otro software estadístico. Esta información viene filtrada desde las consultas anteriores conforme el proyecto que la genera y el sitio/cronología seleccionados. En este mismo nivel es posible acceder al material gráfico que acompaña a las muestras, sean estas individuales o colectivas, y a conteos generales de las categorías de los seis atributos que se ha venido mencionando suelen ser el foco de interés de los estudios cerámicos.

Aquí cabe hacer una aclaración, un banco de datos puede adoptar dos modalidades: almacén de datos o herramienta de análisis. Como menciona Macchi (1999) "Generalmente se considera una base de datos como un sistema capaz de restituirnos de manera eficiente una cantidad de información digitada previamente" …pero también "es un mecanismo o sistema en capacidad de elaborar o procesar la información contenida en su interior". Si bien, en primera instancia, el BDCA podría considerarse como un mero "almacén" que sólo arrojaría aquellos datos que lo alimentaron inicialmente tiene, al mismo tiempo, el potencial de convertirse en una herramienta de análisis que proporcione más información de la que fue introducida.

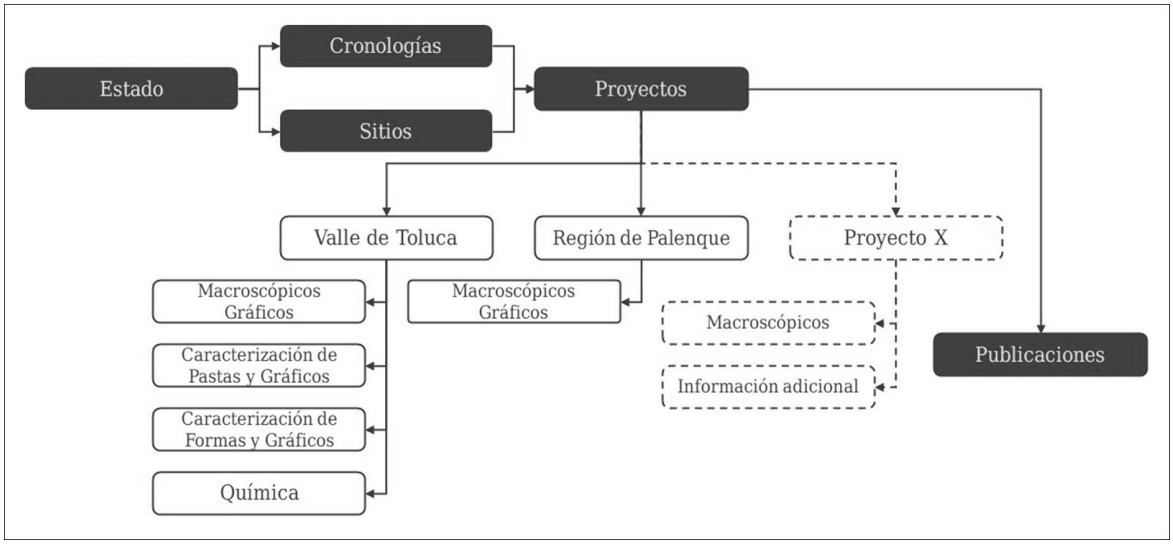



**Figura 2.** Esquema simplificado de la estructura interna del Banco de Datos de Cerámica Arqueológicas. Los recuadros negros representan las tablas "constantes" y los blancos las "variables". Las flechas representan las relaciones entre las tablas.

Conforme las necesidades de distintas investigaciones es perfectamente factible obtener nuevos datos a partir de los existentes y realizar análisis mediante procedimientos relativamente sencillos. Con ello en mente, se decidió incorporar un siguiente nivel de interfaces de consulta en las que, mediante ciclos de análisis preprogramados es posible que el consultante pueda visualizar la información de los seis atributos preseleccionados en función de

las necesidades que se consideraron más frecuentes. En ellos se encuentran conteos y proporciones, en formato numérico y gráfico, a nivel sitio/cronología. A su vez, existe un tercer nivel de consulta en el que se presentan cruces de información tomando como base estas mismas variables, aunque es importante mencionar que se pueden adaptar a los requerimientos no contemplados en el diseño original.

La adición de estos ciclos de análisis tiene por objeto facilitar el acceso y visualización de la información contenida en él ahorrando tiempo y esfuerzo a los investigadores que hagan uso del mismo. Como se ha venido reiterando, el propósito del BDCA es constituirse en un instrumento que nos acerque a la solución de diversas problemáticas arqueológicas y tenga utilidad en las diferentes fases de una investigación: en la recolección de datos ya que nos permite acceder a ellos de una manera eficiente, en el análisis pues ofrece la posibilidad de acrecentar nuestra información a partir de la existente y en la interpretación ya que ésta se beneficiará de una mayor cantidad y variedad de información que la vertida originalmente.

### *3.3. Contribución del BDCA*

Como es ampliamente conocido, la investigación arqueológica genera y se sustenta en una gran cantidad y diversidad de datos de investigación cuyo análisis, combinación y reanálisis permite distinguir pautas que no serían evidentes a partir de la observación de pequeñas cantidades de datos o datos inconexos. Un dato aislado, por sí mismo, tiene una capacidad informativa muy limitada por lo que es necesario relacionarlo con otros para darle sentido. Por tanto, la construcción de un corpus de robusto y bien estructurado elevará el potencial de cada dato individual a través de nuevas asociaciones y nuevos enfoques (Valentín, 2013).

El diseño del BDCA posibilita la integración de toda una población cerámica entendida como el conjunto de todos los elementos de estudio y no con una muestra sesgada. Por esta razón, el volumen de datos es suficientemente alto para compensar fallas y faltas de información. Los rasgos de cada tiesto se presentan de manera exhaustiva (conjuntos de datos referentes a procedencia, temporalidad, materias primas, manufactura, morfología y decoración) y se acompañan de información extendida y complementaria que da cuenta del contexto en el que fueron generados los datos, sus sistemas de registro y la información derivada de su análisis revelando aquellos datos arqueológicamente significativos contenidos en la gran masa de datos individuales

Este sistema tiene el potencial de convertirse en una herramienta para el manejo de los grandes volúmenes de datos que los investigadores interesados en las cerámicas arqueológicas lleguen a requerir. En primer lugar, compila los registros de los datos "crudos" a los que frecuentemente es difícil acceder. En segundo, tiene la capacidad de gestionar varios millones de datos (o casos) individuales que comprenden tanto los que tradicionalmente se obtienen del análisis directo como aquellos que cada investigación haya aportado por considerarlos relevantes. En tercero, se hacen explícitos los parámetros de análisis de cada proyecto lo cual contribuye al mejor aprovechamiento de la información. Finalmente, están los mecanismos de consulta que agilizan y facilitan el proceso de análisis y constituyen un primer acercamiento hacia la identificación de patrones que sólo se vuelven evidentes mediante la observación de una gran cantidad de muestras.

En nuestra disciplina, como en cualquiera otra, la construcción de nuevos conocimientos requiere de la articulación de ese gran cúmulo que son nuestros datos y a los cuales se suman los que han ido generando las investigaciones arqueológicas que han precedido a la nuestra lo cual implica el reaprovechamiento de la información que las ha sustentado. Aquí se hace patente la necesidad de sistemas como el BDCA que brinde, a arqueólogos e investigadores de campos afines, información, más allá de su alcance inmediato, con la cual habrán de contrastar, complementar y afianzar sus interpretaciones.

Instrumentos como el BDAC contribuyen a la preservación de la integridad de las investigaciones asegurando que sus datos se encuentran a resguardo con lo cual pueden ser reintegrados o vinculados con los resultados e interpretaciones. Al mismo tiempo evitan la repetición de procesos que, cabe mencionar, en ocasiones son imposibles de replicar. Un aspecto fundamental es que garantizan el acceso a los datos en formato "bruto" y no sintetizados en la narrativa de las interpretaciones. Lo anterior permite su reutilización, de maneras tal vez insospechadas, ya sea por parte del mismo equipo que los generó u otro que haga uso de ellos para reintegrarlos en otros análisis para realizar nuevos conocimientos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Becas Posdoctorales de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Instituto de Investigaciones Antropológicas gracias a los cuales realicé la estancia posdoctoral que da sustento al presente trabajo. Quiero dedicar un agradecimiento especial al Dr. Rodrigo Liendo (mi asesor) y la Dra. Yoko Sugiura quienes amablemente me confiaron los datos que fueron los primeros en integrarse al Banco de Datos de Cerámica Arqueológicas.

**BIBLIOGRAFÍA**

Birnholtz, J. P. y Bietz, M. J. (2003): "Data at work: Supporting sharing in science and engineering". En M. Pendergast, K. Schmidt, C. Simone, & M. Tremaine (Eds.), *GROUP'03: Proceedings of the 2003 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work:* 339-348.

Borgman, C. (2008): "Data, disciplines, and scholarly publishing". *Learned publishing*, 21 (1): 29-38

Broncano, F. (2008): "In media res: cultura material y artefactos". *ArtefaCToS*, l (1): 18-32.

Guarinello, N. (2005): "Archaeology and the Meanings of Material Culture". En P. Funari, A. Zarankin y E. Stovel (eds.). *Global archaeological theory. Contextual voices and contemporary thoughts*: 19- 27. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Hodder, I. (1994): "The contextual analysis of symbolic meanings". En S. Pierce (Ed.) *Interpreting Objects and Collections*. London: Routledge.

Huggett, J. (2014): "Promise and Paradox: Accessing Open Data in Archaeology". En C. Mills, M. Pidd y E. Ward. *Studies in the Digital Humanities*. Sheffield: The Digital Humanities Institute.

Joyce, R. (2015): "Transforming Archaeology, Transforming Materiality". L. Overholtzer y C. Robin (eds.). *The Materiality of Everyday Life*: 181-191. Arlington: Archaeological Papers of the American Anthropological Association.

Kadar, M. (2002): "Data modeling and relational database design in archaeology". *Acta Universitatis Apulensis*, 3: 73-80.

Kansa, E. (2005): "A community approach to data integration: Authorship and building meaningful links across diverse archaeological data sets". *Geosphere*, 1 (2): 97-109.

Kintigh, K. (2006): "The Promise and Challenge of Archaeological Data Integration". *American Antiquity*. 71 (3): 567-578.

Kintigh, K., Altschul, J., Kinzig, A., Limp, W., Michener, W., Sabloff, J., Hackett, E., Kohler, T., Ludäscher, B. y Lynch, C. (2015): "Cultural Dynamics, Deep Time, and Data Planning Cyberinfrastructure Investments for Archaeology". *Advances in Archaeological Practice*. 3: 1-15.

Macchi, G. (1999): *Las Bases de Datos en la Investigación Arqueológica.* Barranquilla*:* Barranquilla Ediciones Uninorte

Thomas, J. (2005): "Materiality and the Social". En P. Funari, A. Zarankin y E. Stovel (eds.), *Global archaeological theory. Contextual voices and contemporary thoughts*: 11-18. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Tilley, C. (2007): "Materiality in materials". *Archaeological Dialogues* 14: 16-20.

Torres, D., Robinson N. y Cabezas A. (2012): "Compartir los datos de investigación en ciencia: introducción al data sharing" *El profesional de la información* 21 (2): 173-184.

Valentín, A. (2013): *Gestión de datos de la investigación*. Tesina de estudios Master. Universitat Politècnica de València.

# CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE DIFERENTES MATERIALES ARQUEOLÓGICOS (PIGMENTOS, ADOBES, RESTOS PALEONTOLÓGICOS, CERÁMICAS), MEDIANTE LA TÉCNICA DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

**Teresa Pi Puig***
**Luisa Straulino Mainou****
**Annick Daneels*****
**Luisa Mainou******
**Alberto-Dorado Alejos*******

**RESUMEN**

La utilización de técnicas analíticas en el área de la arqueología, la restauración o la conservación del patrimonio cultural es bastante reciente. La Difracción de Rayos X (DRX) es, sin duda alguna, una de las técnicas más ampliamente utilizada en la identificación y caracterización de diferentes tipos de materiales arqueológicos. Ello es debido a que muchas veces estos materiales son de naturaleza pétrea o están constituidos por minerales y que, a su vez, estos minerales son en su mayoría (> 95%) sólidos cristalinos formados por matrices periódicas de átomos, que pueden identificarse de forma precisa mediante dicha técnica. La difracción de rayos X es particularmente útil para identificar minerales de grano fino (por ejemplo, minerales de las arcillas) y mezclas complejas de minerales que no pueden identificarse mediante otras técnicas como la petrografía. La difracción de rayos X también permite caracterizar las diferentes formas estructurales (polimorfos) de una substancia química y cuantificar de forma precisa la proporción de los diferentes minerales. Con la utilización de esta técnica, se puede obtener la "receta composicional" que se utilizó en la fabricación de estos materiales arqueológicos, establecer las mejores estrategias de preservación y en algunos casos detectar falsificaciones. En el presente manuscrito se muestran algunos resultados sobre la caracterización de diferentes tipos de artefactos arqueológicos recolectados en diferentes yacimientos arqueológicos de México como son las cerámicas, los adobes, los pigmentos y los restos óseos, para dar una visión general de los resultados que se pueden obtener aplicando la difracción de rayos X como herramienta arqueométrica.

***Palabras clave: minerales, arqueometría, índice de cristalinidad, minerales de la arcilla, azul maya, adobes, restos óseos***

**ABSTRACT**

The Analytical techniques in archaeology, restoration, or conservation of cultural heritage are quite recent. X-Ray Diffraction (XRD) is undoubtedly one of the most widely used techniques in identifying and characterizing different types of archaeological materials because many times, these materials are of a stony nature or are made up of minerals. These minerals are mostly (> 95%) crystalline solids formed by periodic arrays of atoms which can be identified accurately using this technique. X-ray diffraction is particularly useful for identifying fine-grained minerals (e.g., clay minerals) and complex mixtures of minerals that cannot be identified by other techniques such as petrography. X-ray diffraction also makes it possible to characterize the different structural forms (polymorphs) of a chemical substance and quantify the proportion of the different minerals. With the use of this technique, it is possible to obtain the "compositional recipe" used in the manufacture of these archaeological materials, establish the best preservation strategies, and detect forgeries. In this manuscript, some results are shown on the characterization of different types of archaeological artifacts collected in different archaeological sites in Mexico, such as ceramics, adobes, pigments, and bone remains, to overview the results obtained applying X-Ray Diffraction as an archaeometric tool.

***KEYWORDS: minerals, archaeometry, crystallinity index, clay minerals, maya blue, adobes, bone remains***

* Instituto de Geología y Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM) Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cd. Universitaria, Coyoacán, México City 04510, México. Email: tpuig@geologia.unam.mx; https://orcid.org/0000-0002-0285-382X

**Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), General Anaya S/N Ex, Av. del Convento, San Diego Churubusco, Coyoacán, México City 04120, México. Email: azucarylimon@gmail.com

*** Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cd. Universitaria, Coyoacán, México City 04510, México. Email: annickdaneels@iia.unam.mx; https://orcid.org/0000-0003-0006-6037

**** Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), General Anaya S/N Ex, Av. del Convento, San Diego Churubusco, Coyoacán, México City 04120, México. Email: gatomainou@hotmail.com

***** Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada, Facultad de Filosofía y Letras s/n, 18071 Granada (Spain). Email: doradoalejos@ugr.es; https://orcid.org/0000-0003-0351-7550

## 1. INTRODUCCIÓN

El arqueólogo estudia diferentes tipos de artefactos intentando comprender cómo y cuándo se fabricaron ya que esto le proporciona información muy valiosa sobre la cultura particular que está estudiando. A su vez, también el restaurador quiere conocer su naturaleza mineralógica para determinar las mejores estrategias de preservación de estos objetos o identificar posibles falsificaciones.

La difracción de rayos X (DRX) es una técnica de gran interés para desentrañar la información contenida en los materiales arqueológicos y óseos que se han conservado a lo largo de los siglos. Los minerales a su vez, son los materiales que el hombre ha utilizado para fabricar diferentes utensilios desde la antigüedad. En los estudios arqueométricos, la mineralogía deja de ser una disciplina teórica para convertirse en una herramienta aplicada muy valiosa que nos puede ayudar a reproducir "las recetas mineralógicas" que han sido utilizadas en la fabricación de utensilios, cerámicas, construcciones arquitectónicas y diferentes tipos de obras de arte. En palabras de Renfrew y Bahn (2008), la Arqueología se ocupa de todo el espectro de la experiencia humana y, por ello, el conocimiento que tienen los geocientíficos de los materiales naturales y las herramientas que en general utilizan para su caracterización, puede ser de gran utilidad para esta disciplina.

### *1.1 Pigmentos*

Los pueblos prehispánicos utilizaban pigmentos de origen mineral y colorantes de origen vegetal y animal. Algunos de los pigmentos pueden ocurrir en diferentes estructuras cristalinas y, por ello, la DRX ha demostrado ser una herramienta valiosa para su identificación. En diferentes casos, para obtener los colores deseados, los pobladores de Mesoamérica empleaban complejos procesos tecnológicos que incluían mezcla y cocción de los componentes (por ejemplo, Reyes-Valerio 1994). Es el caso del pigmento denominado azul maya del que se presentan unos resultados puntuales en el presente manuscrito.

### *1.2 Adobe*

La arquitectura de tierra fue por siglos un elemento básico de las culturas mesoamericanas (por ejemplo, Gama-Castro et al. 2012, Daneels 2015, 2021, Mateu et al. 2022). En la actualidad es necesario en algunos casos preservar algunos edificios antiguos, pero no disponemos de la receta exacta para la fabricación de los adobes. La DRX permite cuantificar de manera detallada las fases cristalinas y amorfas de naturaleza inorgánica presentes en el adobe y, por tanto, nos da las pautas para la elaboración de esos ladrillos secados al sol. A su vez, es necesaria la incorporación de otras técnicas (como pueden ser las espectroscopías de infrarrojo y raman) que permitan la identificación de los componentes orgánicos que se mezclaban en su momento con los componentes minerales.

### *1.3 Restos óseos y paleontológicos*

En los asentamientos también es muy común encontrar restos óseos de animales o de seres humanos y la DRX nos ayuda a entender su proceso de mineralización y/o fosilización y a dimensionar su estado de preservación. Los restos óseos son constituidos por biominerales (principalmente del grupo del apatito: $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$) que cuando son enterrados sufren cambios asociados a los procesos de mineralización y permineralización (Hedges y Millard 1995, Hedges 2002, Lee-Thorp et al. 2002, Clarke 2004, Wopenka y Pasteris 2005). Estas modificaciones se pueden evidenciar e interpretar a partir de mediciones precisas de la cristalinidad (Person et al. 1995) y los parámetros de celda del apatito mediante la técnica de DRX.

### *1.4 Cerámica*

La aparición de la cerámica significa un desarrollo tecnológico de enorme impacto en las sociedades primitivas. Para fabricar una cerámica se tiene que identificar la idoneidad de la materia prima arcillosa, controlar todo el proceso de elaboración de las pastas y también el tratamiento térmico durante la cocción (por ejemplo, Gliozzo et al. 2008, Albero Santacreu 2014). La difracción de rayos X es una herramienta relativamente simple de usar y no excesivamente costosa, que nos va a permitir caracterizar las pastas identificando y cuantificando la presencia de las fases primarias, las fases neoformadas durante la cocción y las fases secundarias posteriores a la fabricación de la cerámica (por ejemplo, Capel Martínez 1986; Albero Santacreu 2014). A su vez, nos permite estimar de forma aproximada las temperaturas de cocción a partir de la aparición o desaparición de determinadas fases y nos permitirá comparar la cerámica arqueológica con cerámicas actuales y encontrar los posibles bancos utilizados en el pasado como materia prima (por ejemplo, Quahabi et al. 2015).

México es un país extremadamente rico desde el punto de vista arqueológico. En el presente manuscrito se resumen algunos de los resultados obtenidos por los autores en los últimos años al caracterizar restos arqueológicos de diferente naturaleza (adobes, cerámica, pigmentos y restos óseos) con el objetivo de mostrar algunas de

las muchas aplicaciones de la técnica de difracción de rayos X a los estudios de caracterización y conservación del Patrimonio Cultural.

## 2. METODOLOGÍA

Para analizar un resto arqueológico por la técnica de difracción de rayos X en general debemos considerar las cuatro etapas que se mencionan a continuación: a) preparación de la muestra; b) montaje de la muestra en el portamuestras; c) programación de la rutina y medición de la muestra en el difractómetro, d) interpretación de los resultados utilizando bases de datos y software especializado (Figura 1). Para diferentes tipos de artefactos arqueológicos como las cerámicas y los adobes, será muy importante identificar los minerales de la fracción arcilla (<2 micras) (Figura 2) y para el caso particular de la caracterización de restos óseos, la determinación de la cristalinidad del apatito (Figura 3) será también especialmente importante.

### 2.1 Etapas en la caracterización de restos arqueológicos por DRX

#### 2.1.1. Preparación de la muestra

Los equipos de difracción de rayos X modernos son plataformas sofisticadas que mediante la técnica de un haz de rayos X puntual (micro-beam), permiten la medición de muestras no pulverizadas o de muestras de muy pequeño tamaño y, por tanto, son una herramienta muy valiosa para realizar análisis no destructivos o micro-destructivos en materiales arqueológicos. Aunque es posible obtener un difractograma de rayos X a través de procedimientos no destructivos, aquellas muestras de materiales arqueológicos de los que se dispone de suficiente material, suelen ser molidas con el fin de homogeneizar y estandarizar la granulometría y favorecer la comparación de los resultados semicuantitativos (Weymouth, 1973) o cuantitativos (Rietveld 1969, Ruan y Ward, 2002). La preparación adecuada de la muestra determina en gran parte la calidad y precisión del análisis. En una preparación estándar, la muestra deberá fragmentarse en trozos pequeños y luego molerse en un polvo fino y tamizarse para obtener un tamaño de partícula (<10 micras) homogéneo. Si el mineral es blando, se puede utilizar un mortero de ágata para producir un polvo fino. Si el mineral es duro, se puede requerir un molido mecánico (equipo tipo *Micronizing Mill*, ver figura 1a) que evita la destrucción de los cristales. Necesitamos una muestra representativa que produzca un patrón representativo de DRX. Obtener 1 g de muestra es ideal, pero podemos trabajar con mucho menos utilizando portamuestras sin fondo (zero background holder) y rutinas de medición de alta resolución.

#### 2.1.2. Montaje en el portamuestras

Una vez tenemos la muestra preparada, pasamos a montarlas en un portamuestras específico que dependerá de la geometría de medición (por ejemplo, reflexión o transmisión). Para obtener una muestra sin orientación preferente se requiere de un tamaño de partícula homogéneo e inferior a las 10 micras. La muestra debe empacarse de forma compacta en el portamuestras. Los portamuestras de cero fondo (zero-background) son cristales de cuarzo o silicio cortados de forma que no producen picos de difracción. Son muy útiles para las muestras arqueológicas de pequeño tamaño (Figura 1b). Para evitar la orientación preferente en muestras muy pequeñas también podemos utilizar los capilares de cuarzo que se montan en un dispositivo que permite la rotación del capilar durante la medición de la muestra.

#### 2.1.3. Medición en el equipo

El siguiente paso es la medición (Figura 1c) en el difractómetro. Los equipos modernos de DRX nos permiten muchas rutinas diferentes seleccionando las variables instrumentales. Los factores por considerar al programar una rutina de medición son principalmente: geometría (reflexión o transmisión) la alineación del equipo, la calibración, la fuente de radiación y su longitud de onda, el tamaño de las ventanas, el tiempo de conteo, la relación señal/ruido y la posición y alineación del haz incidente (Para y Sarkar, 2021). Para un determinada geometría y configuración del difractómetro, programar una rutina de medición implica especificar el rango de medición, el tamaño de paso (step size) y el tiempo de integración por paso. Tamaños de paso pequeños y tiempos grandes de integración determinan rutinas de medición más precisas y con menor límite de detección para fases cristalinas. Estas rutinas son las que debemos ocupar para realizar análisis de tipo cuantitativo.

#### 2.1.4. Interpretación de resultados

Antes de la interpretación, los difractogramas, tienen que ser procesados. Usando un software especializado, eliminaremos los picos del difractograma correspondientes a la radiación $K\alpha 2$ y definiremos el fondo (back-

ground). A continuación, realizaremos una búsqueda automática de los picos principales del difractograma, definiendo el umbral de sensibilidad más adecuado (Figura 1d). Para difractogramas muy ruidosos este umbral debe ser más elevado. A continuación, se realizará un ajuste (fitting) del perfil para ajustar matemáticamente el difractograma calculado al difractograma experimental. Finalmente, utilizando una base de datos de minerales se identifican coincidencias para cada pico utilizando la opción de búsqueda general dentro del software. La intensidad máxima (eje Y del difractograma) y el espaciado d (calculado con la ley de Bragg) son utilizados para identificar los minerales más probables responsable de cada pico. Minerales sospechosos que no aparecen al realizar la búsqueda automática pueden ser entrados de forma manual mediante el nombre del mineral o el número de la ficha de difracción.

La cuantificación de las fases puede realizarse mediante el método de RIR (Reference Intensity Ratio) que permite calcular un estimado de la concentración de cada fase escalando todos los datos de intensidad respecto a la intensidad del corindón (I/Ic) (Hubbard y Snyder 1988). Tiene limitaciones para las fases minoritarias y frecuentemente se utilizan los valores de RIR integrados para cada fase mineral en las fichas de difracción. El método de RIR debe considerarse semicuantitativo, para lograr un resultado realmente cuantitativo debemos aplicar el método de Rietveld (Rietveld 1969) que se desarrolló entre 1967-1969 para extraer toda la información posible contenida en un difractograma.

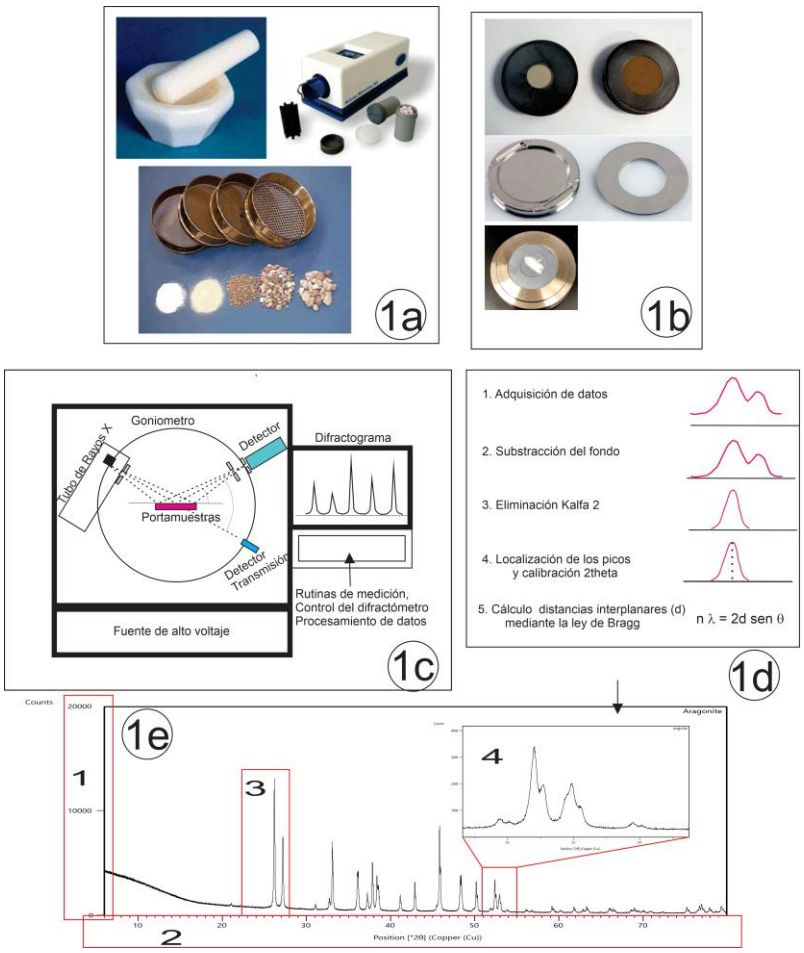



**Figura 1.** a) Preparación convencional de la muestra. Trituración manual con mortero de ágata o con equipo especializado de molturación y tamizado a un tamaño igual o menor a 10 micras; b) Montaje de la muestra en portamuestras de aluminio de doble carga para evitar orientación preferente y en portamuestras de tipo "zero backgound" (imagen inferior) para muestras de muy pequeño tamaño; c) Medición de la muestra en el difractómetro utilizando rutina de transmisión o de reflexión; d) Etapas a considerar en la interpretación de un difractograma mediante software especializado; e) difractograma en el que se observan los requisitos para poder afirmar que tenemos un buen difractograma: 1) amplio rango de intensidad, 2) amplio rango (2 θ) de medición, 3) buena resolución de los picos próximos y 4) excelente relación señal/ruido que permite discriminar los picos sin confundirlos con el fondo. Figura 1c y 1d modificadas de Jenkins y Snyder (1996).

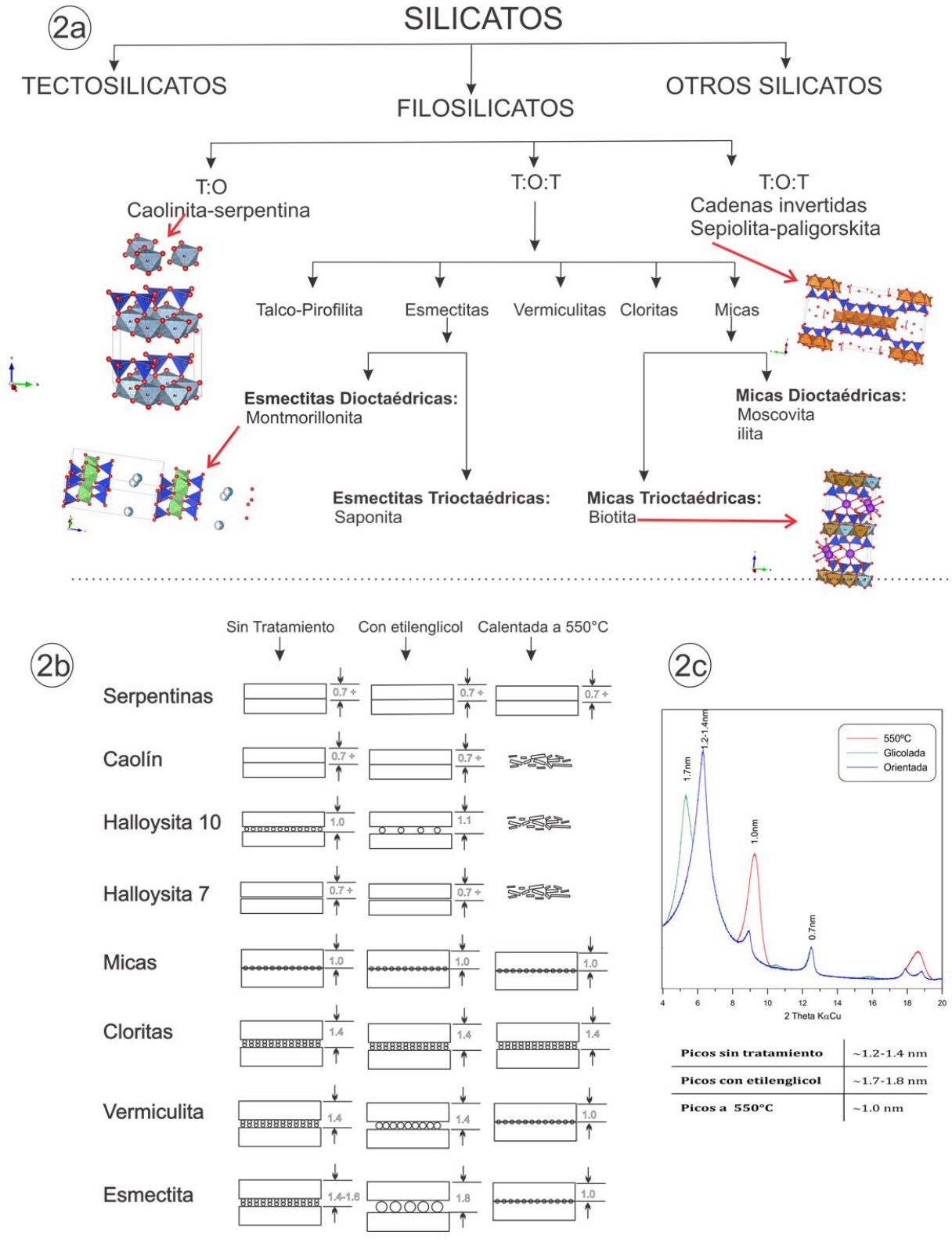



**Figura 2.** Aspectos fundamentales del grupo mineralógico de las arcillas: a) Clasificación esquemática de los minerales del grupo de la arcilla. Imágenes de las arcillas elaboradas con el software VESTA (Momma y Izumi 2019; b) Cambios observados en los espaciados basales (en nanómetros) de los minerales de la arcilla orientadas con diferentes tratamientos que permiten la identificación detallada de los mismos; c) Ejemplo de identificación de una arcilla esmectítica (expansible) en muestra orientada, glicolada y calentada. Figura 2a y 2b modificadas de Brindley y Brown (1980). T= capa tetraédica, O = capa octaédrica

Algunos de los paquetes de software libre que se emplean para el refinamiento Rietveld son Fullprof, Rietan, DBWS. Para su utilización necesitamos datos de difracción digitalizados de buena resolución, un modelo de la estructura de cada una de las fases identificadas en la mezcla y un modelo matemático que describa la forma y anchura de los picos de difracción. El término refinamiento en el Método Rietveld hace referencia al proceso de ajuste obtenido por mínimos cuadrados, entre el modelo calculado de un patrón de difracción y su patrón experimental (Young, 1995). El método introduce diferentes índices que nos van informando de la bondad del ajuste y permite, simultáneamente, realizar refinamiento de celda unitaria, análisis de microestructura, análisis cuantitativo de fases y determinación de orientación preferente.

### *2.2. Separación e identificación de minerales del grupo de la arcilla (filosilicatos)*

Otro aspecto muy importante en lo referente a la preparación de muestra arqueológicas es la identificación de los minerales del grupo de la arcilla (Figura 2a). En primer lugar, deberemos realizar la separación de la arcilla ($\phi$<2 micras) por centrifugación o decantación (Moore y Reynolds 1997). La fracción arcilla previamente separada y resuspendida en agua, se colocará mediante una pipeta o gotero en un portamuestras de vidrio o cerámica y se dejará secar por 24 horas. De cada muestra se prepararán tres alícuotas. Una de las alícuotas se medirá en el difractómetro sin ningún tratamiento. La segunda alícuota se medirá después de haber sometido a la muestra a una atmósfera con etilenglicol durante 24 horas. La medición de esta alícuota nos permitirá determinar si los minerales de la arcilla tienen o no naturaleza expansiva (esmectitas). La tercera alícuota se medirá después de calentarla a diferentes temperaturas. Los cambios observados en los tres difractogramas de la misma muestra nos permitirán definir la naturaleza de la arcilla (Figura 2b). Cabe mencionar que no se puede definir el tipo de minerales de la arcilla de una cerámica de forma detallada sin hacer este tipo de analítica. En la figura 2c podemos ver ilustrado un ejemplo de identificación de arcilla esmectítica.

### *2.3. Índice de cristalinidad y parámetros de celda de un mineral*

Para el caso de la caracterización de los restos óseos o paleontológicos, será muy importante definir la cristalinidad del mineral, así como los parámetros de celda unidad que al ser calculados nos permitirán comparar de diferentes muestras entre sí y a su vez con los diferentes minerales de las bases de datos.

La celda unidad es la porción más simple de la estructura cristalina que al repetirse mediante traslación reproduce todo el cristal. Se define mediante seis parámetros que son los módulos de los vectores a, b, c y los ángulos $\alpha$, $\beta$ y $\gamma$ que forman entre sí. Mediante el método de Rietveld se pueden obtener los parámetros de la celda unidad (Figura 3b).

Para definir la cristalinidad del apatito (Figura 3a) se tienen que medir las intensidades de las reflexiones (202), (300), (211) y (112), localizadas entre 30° y 35° 2$\theta$ CuK$\alpha$ (Person et al. 1995) y utilizar la siguiente fórmula: IC = $\Sigma$ {a(112), b(300), c(202)}/h(211) = (a + b + c)/h. Cuando este índice tenga un valor cercano a la unidad podemos decir que la cristalinidad del apatito es elevada, y cuando este índice se acerque a cero diremos que la cristalinidad es baja.

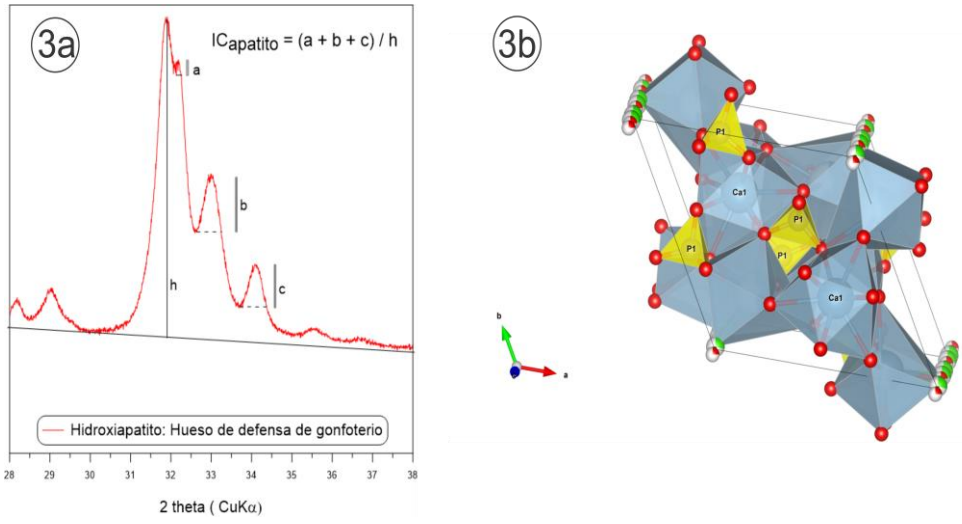



**Figura 3**. a) Índice de cristalinidad del apatito (modificado de Person et al. 1995); b) Celda Unidad de apatito. La figura b se elaboró con el programa VESTA (Momma y Izumi 2019). En rojo los átomos de oxígeno, en amarillo los tetraedros de coordinación del fósforo con el oxígeno y en azul los poliedros de coordinación del calcio. En verde el cloro y flúor.

## 3. RESULTADOS

### *3.1. Pigmentos*

La paleta de colores utilizada en las diferentes culturas prehispánicas era riquísima y estaba constituida tanto por pigmentos de origen mineral como por colorantes de origen vegetal y animal. Para los nahuas, por ejemplo, los colores guardaban una importante asociación con los dioses. Para el azul o verde se empleó el término xiuhtic que deriva de Xiuhtecutli, el dios más antiguo e importante de la cultura nahua (Ferrer, 1959).

El azul maya es un pigmento histórico, elaborado y utilizado por varias culturas mesoamericanas durante siglos (siglo VIII hasta 1860 de nuestra era). Se fabricaba con una mezcla macerada de paligorskita o sepiolita (minerales del grupo de las arcillas) con el pigmento vegetal denominado azul índigo (por ejemplo, Reyes-Valerio, 1994, Chiari et al. 2008, Sánchez del Río et al. 2011).

La paligorskita y la sepiolita son silicatos hidratados de magnesio del grupo de los filosilicatos. Son minerales de tipo 2 : 1 lo cual significa que están formados por dos capas tetraédricas y una octaédrica (Figura 2a). Se caracterizan por poseer una estructura fibrosa y la presencia de huecos que permiten la captura del agua (Figura 4b, 4c). Cabe mencionar que dichos minerales se forman en condiciones geológicas bastante específicas, predominantemente mares y lagos alcalinos poco profundos (por ejemplo, Callen, 1984) y por ello su identificación detallada en artefactos arqueológicos permite identificar áreas fuente y posibles rutas de comercio (Sánchez del Rio et al. 2011). En el difractograma sin tratamiento de estos minerales se puede observar un pico basal de 12.2 nanómetros para la sepiolita y de 10.5 nanómetros para la paligorskita. Estos picos no se ven afectados por el tratamiento con etilenglicol, pero cambian durante los tratamientos térmicos. Después de calentar a 400º C, los picos 001 de ambos minerales se reducen en intensidad (Singer 1989). Después de calentar a 550 C, los picos basales de paligorskita y sepiolita se destruyen por completo (Moore y Reynols 1997) (Figura 4a).

Para verificar la presencia del pigmento azul maya en una pieza arqueológica, la información obtenida mediante difracción de rayos X debe complementarse con datos obtenidos con otras técnicas. Así, por ejemplo, la imagen por microscopia electrónica de barrido (MEB) debe mostrar la presencia de texturas fibrosas y un análisis químico por EDS o por fluorescencia portátil, nos mostrará que se trata de una fase rica en silicio, magnesio y oxígeno, aunque puede incluir impurezas de otros elementos

En el ejemplo que presentamos en el presente manuscrito, nos interesaba revisar si existía continuidad en el uso de este pigmento prehispánico durante el período del Virreinato. Para ello se estudiaron los pigmentos azules de pinturas murales del siglo XVI en conventos de diferentes órdenes religiosas (Straulino et al. 2021). En base a los resultados de difracción en conjunto con los de microscopia electrónica y fluorescencia portátil de rayos X, se pudo confirmar la presencia de dicho pigmento en un gran número de las pinturas murales del siglo XVI. La paligorskita identificada es muy similar en composición a la estudiada en la zona maya (Sánchez del Río et al. 2011). La presencia de sepiolita es minoritaria y nos evidencia la existencia de un área fuente distinta que no ha sido por el momento identificada (Figura 4d y 4e) (Straulino et al. 2021).

### *3.2. Construcción de tierra cruda (adobes)*

El adobe, palabra que proviene del árabe al-tub1 (طوب), es un ladrillo sin cocer, una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla + limo + arena), mezclado a veces con componentes o aditivos de origen orgánico, modelado a mano o hecho en molde, y secado al sol. Se pegaba con mortero de barro, y se recubría con aplanados también de barro, en muros (repellos) y pisos.

Desde el segundo milenio antes de nuestra era hasta como mínimo la conquista española muchas edificaciones mesoamericanas fueron construidas utilizando tierra cruda. Dicha arquitectura precede y posteriormente coexiste con la arquitectura de piedra y con el tiempo experimentó diferentes adelantos como son la fabricación del adobe rectangular y el uso del bitumen como material estabilizante (Daneels et al. 2020). La tierra se utilizó como material de construcción de pirámides, palacios y juegos de pelota, aunque las condiciones climáticas eran muy adversas para su preservación. La investigación arqueológica de los materiales constructivos de tierra ya abarca toda Mesoamérica y los datos obtenidos son útiles tanto para la conservación del patrimonio como para revisar la utilización de este material natural en la arquitectura contemporánea sostenible (Daneels 2015, 2021, Daneels y Guerrero 2011, Daneels et al. 2020).

La difracción de rayos X se ha evidenciado como una herramienta clave para descifrar la "receta mineralógica" utilizada para fabricar este material en diferentes culturas mesoamericanas (por ejemplo, Gama-Castro et al. 2012). Se utilizó la difracción de rayos X más el método de Rietveld (Rietveld 1969) para obtener la composición mineralógica cuantitativa. Se han estudiado principalmente los adobes prehispánicos de la zona de Veracruz, pero también de otras áreas como Puebla. El amorfo se cuantificó mediante el uso del refinamiento Rietveld y el método del factor K basándonos en el uso de un estándar externo 100% cristalino (O'connor y Raven 1988, De-

gen et al. 2016). También se realizó una separación granulométrica de la fracción arcilla (< 2μm) en todas las muestras para identificación detallada de los minerales del grupo de las arcillas (Moore y Reynolds 1997).

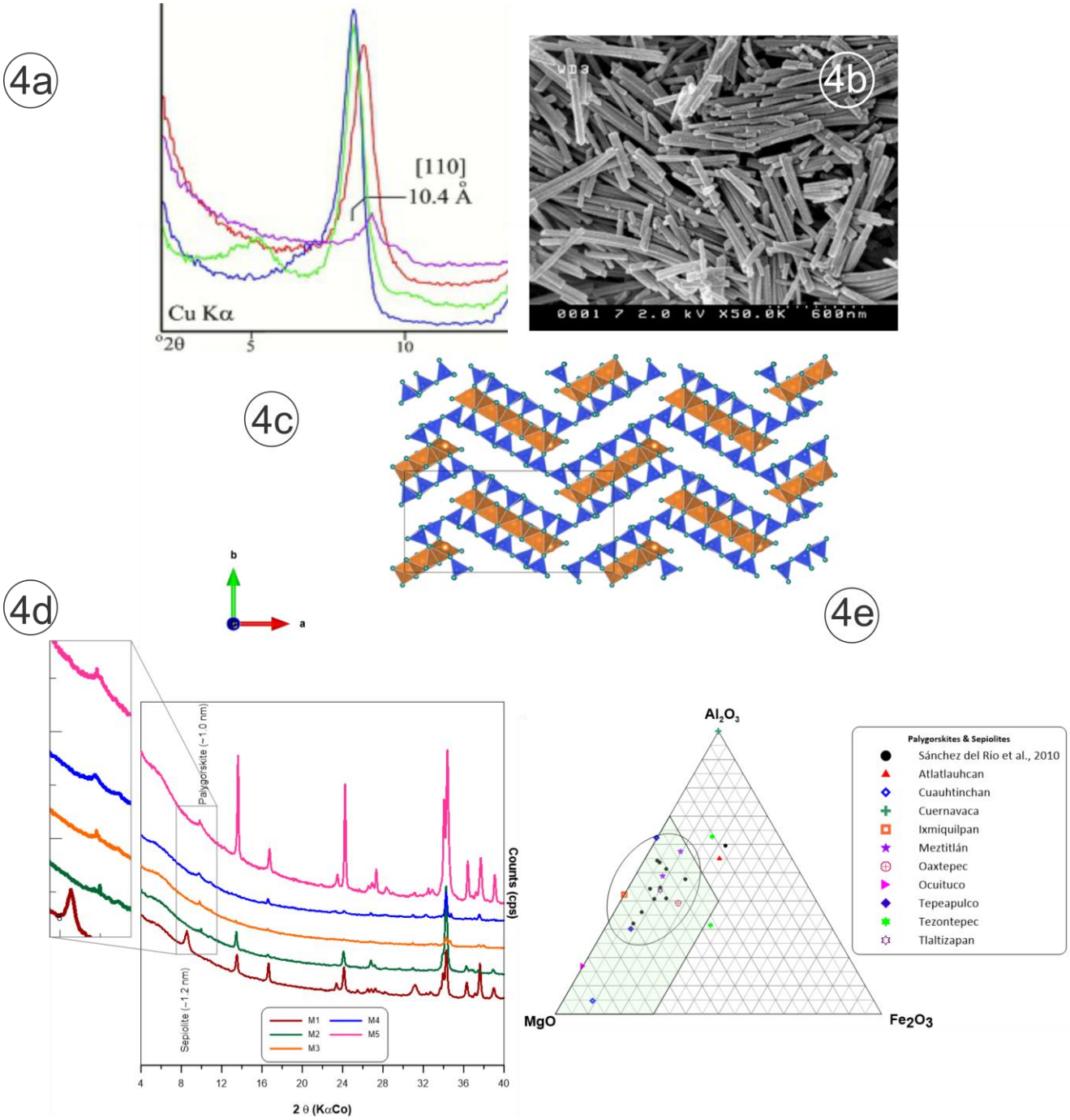
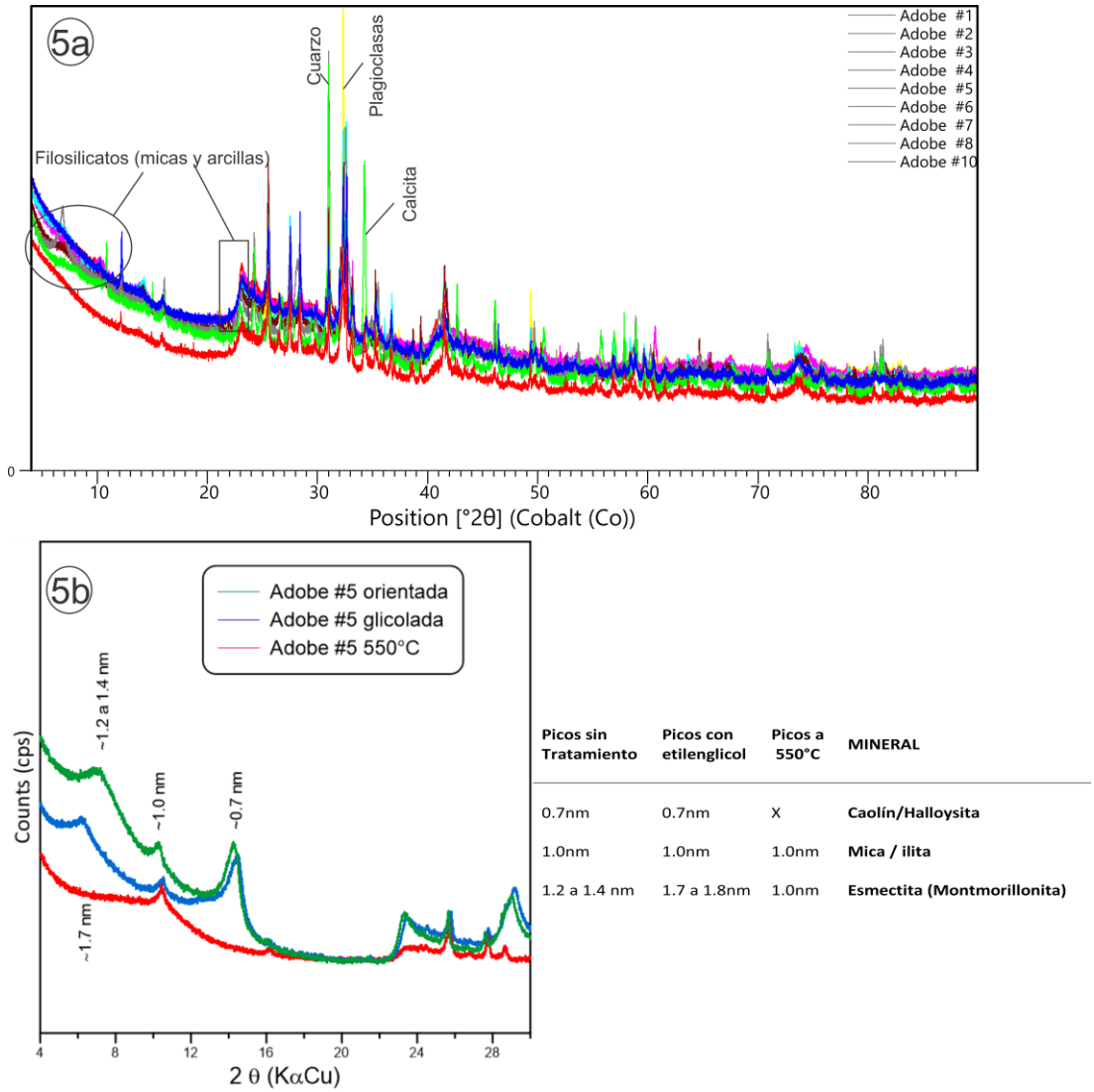



**Figura 4.** a) Difractogramas de sepiolita en muestra orientada (azul), glicolada (verde), calentada a 400°C (rojo) y calentada a 500°C (morado) (https://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-041/htmldocs/flow/index.htm); b) Imagen de la paligorskita en microscopia electrónica de barrido. Imagen reproducida con permiso de la página https://www.minersoc.org/images-of-clay.html); c) Estructura tridimensional de la sepiolita dónde se observan los huecos estructurales que pueden contener agua. En color azul tetraedros de sílice y en color naranja los octaedros con Mg. Ambos elementos están unidos al oxígeno o a los grupos OH. Dibujo elaborado con el programa VESTA (Momma y Izumi 2019); d) Difractogramas correspondientes a muestras de los pigmentos azules de las pinturas murales del periodo virreinal con sepiolita y paligorskita (Straulino et al. 2021), e) Diagrama triangular ($Al_2O_3$, FeO, MgO) de los pigmentos azules identificados en pinturas murales del periodo virreinal con sepiolita y paligorskita. La elipse negra limita el área abarcada por los pigmentos que fueron identificados como sepiolitas y paligorskitas. Sombreada en verde el área definida por Sánchez del Río et al. (2010), para estos minerales.

Los minerales identificados y sus rangos de abundancias en las muestras son: plagioclasa de composición intermedia: 33 a 60%; cuarzo: 0 a 17%; feldespato potásico: 0 a 11%; tridimita-cristobalita: 0 a 28%; calcita: única-

mente en algunas muestras con un máximo de 14%; magnetita: únicamente en algunas muestras con un máximo de 5%; anfíbol: 0 a 7% y zeolitas: únicamente en algunas muestras con un máximo de 9% (Figura 5a, tabla 1). En lo referente a los minerales del grupo de las arcillas predominan los minerales del grupo de las halloysitas (1 a 20%) pero en la mayoría de las muestras también se encontraron evidencias de arcillas expansibles tipo esmectita (0 a 13%). Puntualmente también se identificaron minerales del grupo mica-ilita (0 a 7%) (Figura 5b). La proporción de amorfo es bastante variable (2-30%) y presenta una correlación inversa con el contenido de filosilicatos (9 a 26%) de las muestras. Cada localidad presenta algún elemento mineralógico diferencial que podría ser utilizado probablemente para encontrar el área fuente (por ejemplo, presencia de zeolitas, magnetita o anfíbol) de la materia prima que se utilizó en épocas prehispánicas para la elaboración del adobe. La cantidad total de minerales del grupo arcillas es siempre inferior a lo que se espera de la separación granulométrica tamaño arcilla (Tabla 1).

El estudio mineralógico detallado nos permitió identificar que la fuente de estos materiales es principalmente de origen volcánico con diferentes grados de alteración. No obstante que las muestras estudiadas provienen de sitios geográficamente diferentes y con distintas temporalidades de ocupación, muestran características y propiedades similares entre sí. Este hecho se considera indicativo de una continuidad en la técnica de su manufactura. Esto conlleva a inferir que la población de estos sitios poseía conocimientos específicos sobre los suelos y su transformación en elementos constructivos (Gama-Castro et al. 2012, Daneels 2022).




| Picos sin Tratamiento | Picos con etilenglicol | Picos a 550°C | MINERAL |
|---|---|---|---|
| 0.7nm | 0.7nm | X | **Caolín/Halloysita** |
| 1.0nm | 1.0nm | 1.0nm | **Mica / ilita** |
| 1.2 a 1.4 nm | 1.7 a 1.8nm | 1.0nm | **Esmectita (Montmorillonita)** |

**Figura 5.** a) Gráfico comparativo de 9 muestras de adobe de la zona de Veracruz. Se observa que la composición mineralógica es bastante similar y que predominan minerales de origen volcánico como las plagioclasas y la tridimita así como material amorfo asociado a la presencia de vidrio volcánico. En la muestra Adobe #5 destaca la presencia de carbonato y las diferencias más relevantes entre las diferentes muestras analizadas se relacionan con la naturaleza y abundancia de los diferentes tipos de minerales del grupo de las arcillas; b) identificación de minerales de la arcilla en la muestra Adobe #5. Se identifica la presencia de minerales del grupo de la caolinita (halloysita y caolinita), esmectita (tipo montmorillonita) y mica (tipo ilita).

### *3.3. Restos óseos y fósiles*

Los restos de megafauna del Pleistoceno son bastante frecuentes en México (por ejemplo, Ferrusquia-Villafranca et al. 2010, Cruz-y-Cruz et al. 2016, Viñas-Vallverdú et al. 2017). Destacan los restos óseos de gonfoterios, organismos que en algunos casos vivieron simultáneamente a los primeros pobladores de América (Pérez-Crespo et al. 2019).

Cuando un organismo muere y sus huesos quedan enterrados, su composición química se va modificando. Según las condiciones de enterramiento estos se pueden destruir o fosilizar (Bocherens et al. 1997, Carpenter, 2005). Los ambientes alcalinos son ideales para su preservación (Denys, 2002, Hedges, 2002). Durante los primeros procesos diagenéticos, se eliminan los tejidos blandos, el colágeno se degrada y la mineralización, incluidos los cambios químicos como el enriquecimiento de flúor (F) y cambios estructurales (por ejemplo, parámetros de celda), transforman la bioapatita en una fase termodinámicamente más estable. En el proceso de enterramiento, la hidroxiapatita que forma la parte mineral del hueso puede incorporar un gran número de elementos químicos y se va transformando a fluorapatita (Carpenter, 2005). Los huesos fósiles tienen mayor tamaño de cristalito y mayor cristalinidad que los huesos actuales (Figura 6a) y ello es debido al incremento de F y a la pérdida de carbonato y OH en la estructura del apatito (Sponheimer y Lee-Thorp 1999, Lee-Thorp, 2002, Merino y Morales, 2008).

De forma general podemos considerar que la DRX se pude utilizar en dos aspectos básicos del estudio de restos óseos. En primer lugar, dicha técnica nos apoyará en la identificación mineralógica del resto paleontológico (calcita, aragonito, apatito…); del material que está rellenando la porosidad y de los sedimentos en los que se encuentra enterrado el resto óseo. En todos los casos, la identificación de arcillas y la cuantificación detallada de las fases cristalinas por el método de Rietveld también será fundamental.

En segundo lugar, la difracción de rayos X nos permite descifrar procesos postdeposicionales a partir de la determinación del grado de cristalinidad del apatito y el cálculo de su celda unidad. Estos datos nos permitirán definir el grado diagenético y el estado de preservación y/o mineralización del resto óseo.

En la figura 3 podemos ver como se calcula la cristalinidad de un apatito. En la figura 6b se compara los parámetros de celda a y b (calculado mediante el método de Rietveld) de los apatitos estudiados en restos óseos de gonfoterios con los mismos datos de diferentes tipos de apatito que encontramos reportados en las bases de datos mineralógicas del ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) y del ICCD (International Center for Diffraction Data). Esto nos permite definir aspectos importantes en relación con la mineralización y el estado de preservación de los restos. En la figura 6a podemos observar de manera gráfica las diferencias de cristalinidad de tres tipos de apatito.

**Tabla 1**. Receta composicional para un conjunto de 12 muestras constructivas obtenidas en diferentes yacimientos arqueológicos de Mesoamérica (Daneels 2021) mediante el método de Rietveld (Rietveld 1969). DRX1: Repello, La Joya, Veracruz ; DRX2A: Piso, La Joya, Veracruz; DRX1B: Piso, Teotihuacan, EdoMex; DRX2B: Piso, Teotihuacan, EdoMex; DRX3: Repello, La Casita, Michoacán; DRX4: Adobe, Presa Chihuero, Michoacán; DRX5: Repello, La Blanca, Guatemala; DRX6: Repello, La Blanca, Guatemala; DRX7: Mortero, San Andrés, El Salvador; DRX8: Piso, Chalchuapa, El Salvador ; DRX9: Repello, Ojo Caliente, Zacatecas; DRX10; Repello, Ojo Caliente, Zac.

### *3.4. Cerámicas*

| | Tectosilicatos | | | | | | Otros | | Filosilicatos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MUESTRA | Plag | FK | Cuarzo | Tridi. | Anfíbol | Zeolita | Calcita | Magnetita | Halloysita | Esmectita | Mica-ilita | Amorfo | **TOTAL** |
| DRX1A | 34.1 | 11.3 | 3.9 | 12.7 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 6.7 | 29.1 | 100 |
| DRX2A | 32.9 | 6.5 | 4.0 | 18.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 0.0 | 2.6 | 29.5 | 100 |
| DRX1B | 50.4 | 2.3 | 0.0 | 22.0 | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | Trazas | 0.0 | 16.2 | 100 |
| DRX2B | 41.7 | 3.6 | 0.7 | 26.7 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.6 | Trazas | 0.0 | 14.3 | 100 |
| DRX3 | 37.6 | 0.0 | 16.7 | 0.8 | 6.8 | 8.6 | 13.9 | 0.0 | 10.1 | 1.3 | 6.8 | 4.3 | 100 |
| DRX4 | 38.8 | 0.0 | 15.2 | 0.0 | 6.7 | 9.4 | 0.2 | 0.0 | 12.6 | 6.6 | 6.7 | 10.0 | 100 |
| DRX5 | 53.0 | 3.3 | 2.5 | 18.0 | 4.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 12.8 | 4.7 | 2.7 | 100 |
| DRX6 | 49.0 | 2.3 | 3.0 | 16.8 | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.4 | 1.5 | 5.4 | 2.6 | 100 |
| DRX7 | 34.8 | 0.5 | 0.7 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 20.4 | Trazas | 0.0 | 10.6 | 100 |
| DRX8 | 60.1 | 0.9 | 2.5 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 8.4 | 100 |
| DRX9 | 44.2 | 0.9 | 13.4 | 19.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | Trazas | 0.0 | 2.1 | 100 |
| DRX10 | 47.0 | 2.0 | 12.4 | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 13.2 | Trazas | 0.0 | 4.1 | 100 |

El caso de la cerámica es quizá el más ampliamente conocido en relación con la utilización de la técnica de difracción de rayos X en arqueología. El análisis mineralógico por DRX nos permite identificar y cuantificar las principales fases cristalinas presentes en cerámicas (incluyendo minerales del grupo de las arcillas) y determinar de forma indirecta las temperaturas de cocción. Si logramos determinar la composición mineralógica de forma detallada (por ejemplo, utilizando el método de Rietveld), podremos ir construyendo bases de datos y aplicar métodos estadísticos de análisis de componentes a los resultados mineralógicos, con la finalidad de establecer diferentes tipos mineralógicos de cerámica en cada uno de los asentamientos estudiados (Tite, 2008, Touseef y Shaibal 2021).

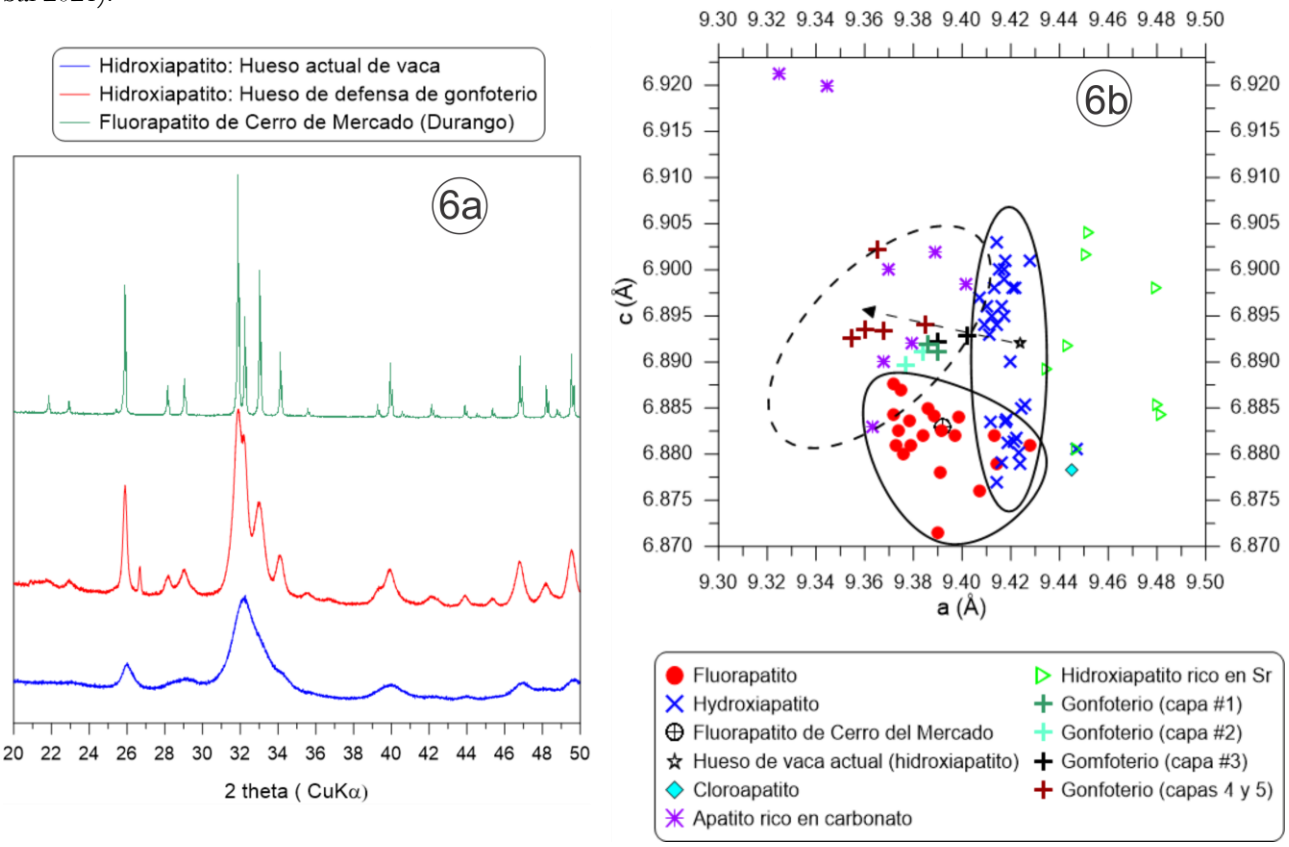



**Figura 6.** a) Difractogamas que muestran las diferencias de cristalinidad entre el fluorapatito de Cerro de Mercado (Solé y Pi, 2005), un hidroxiapatito de un gonfoterio permineralizado y un hidroxiapatito tomado de un hueso de vaca actual; b) Comparación de los parámetros de celda (a y b) de los bioapatitos estudiados en restos óseos de gonfoterio, con los mismos parámetros en diferentes tipos de apatitos reportados en las bases de datos de difracción de rayos X (ICSD & ICDD).

Las fases minerales identificadas pueden pertenecer a los siguientes tres grupos genéticos: a) Fases primarias que se relacionan con las fases minerales que estaban presentes en la cerámica antes de la cocción y que no han sufrido ningún cambio durante el calentamiento; b) Fases neoformadas que se forman durante el proceso de cocción en función de la temperatura máxima y el tiempo de exposición a las temperaturas más altas. Algunas de estas fases son las plagioclasas, gehlenita, diópsido, wollastonita, piroxeno y mullita; c) Fases secundarias que se desarrollan una vez la cerámica ha sido depósitada y por tanto pueden considerarse como minerales de alteración. Predominan las zeolitas, sales y minerales arcillosos. La identificación de las fases mineralógicas y el reconocimiento de su origen permitirá al arqueólogo entender la tecnología que se utilizó para fabricar la cerámica y establecer las mejores estrategias de conservación y preservación para cada pieza (Buxeda et al. 2002, Capel Martínez, 1983, De La Fuente, 2008, Schwedt et al. 2006).

Diferentes tipos de arcilla forman distintas asociaciones de alta temperatura y es importante conocer estas nuevas fases que se forman durante la cocción debido a que son importantes para definir propiedades como la permeabilidad y la resistencia de las cerámicas. Según diferentes autores (por ejemplo, Zuluaga et al. 2012, Albero Santacreu 2014) la presencia y naturaleza de filosilicatos, la presencia y tipo de carbonato y la presencia de óxidos de hierro y/o materia orgánica en la pasta, son los elementos clave para entender la evolución mineralógica de la cerámica durante su cocción.

Los minerales del grupo de la arcilla van a perder el agua intersticial entre 50°C y 110°C y el agua ligada estructuralmente entre 400 y 850°C. Los filosilicatos de alta temperatura (por ejemplo, las micas) empiezan a liberar grupos OH a los 600°C y pueden mantenerse estables hasta los 1000°C. Todas las temperaturas mencionadas son aproximadas debido a que dependen de la atmósfera de cocción y del tipo de filosilicatos que presente la pasta. En las arcillas calcáreas los carbonatos de calcio presentes en la pasta reaccionan con los minerales arcillosos dando lugar a la cristalización de silicatos de calcio (por ejemplo, diópsido, gehlenita y wollastonita) y silicatos de alúmina (principalmente del grupo de los feldespatos) de alta temperatura.

En las arcillas no calcáreas cuando se descomponen los filosilicatos se pueden formar minerales del grupo de la espinela (hasta 1200ºC), mullita, que aparece a partir de los 1000°C, y feldespatos (>950°C). El cuarzo puede transformase a polimorfos de alta temperatura (cristobalita, tridimita). La hematita se forma a temperaturas entre 550 y 950°C (Murad y Wagner, 1996, Bernal et al. 2003, Buxeda et al. 2002, Jordan et al. 2008).

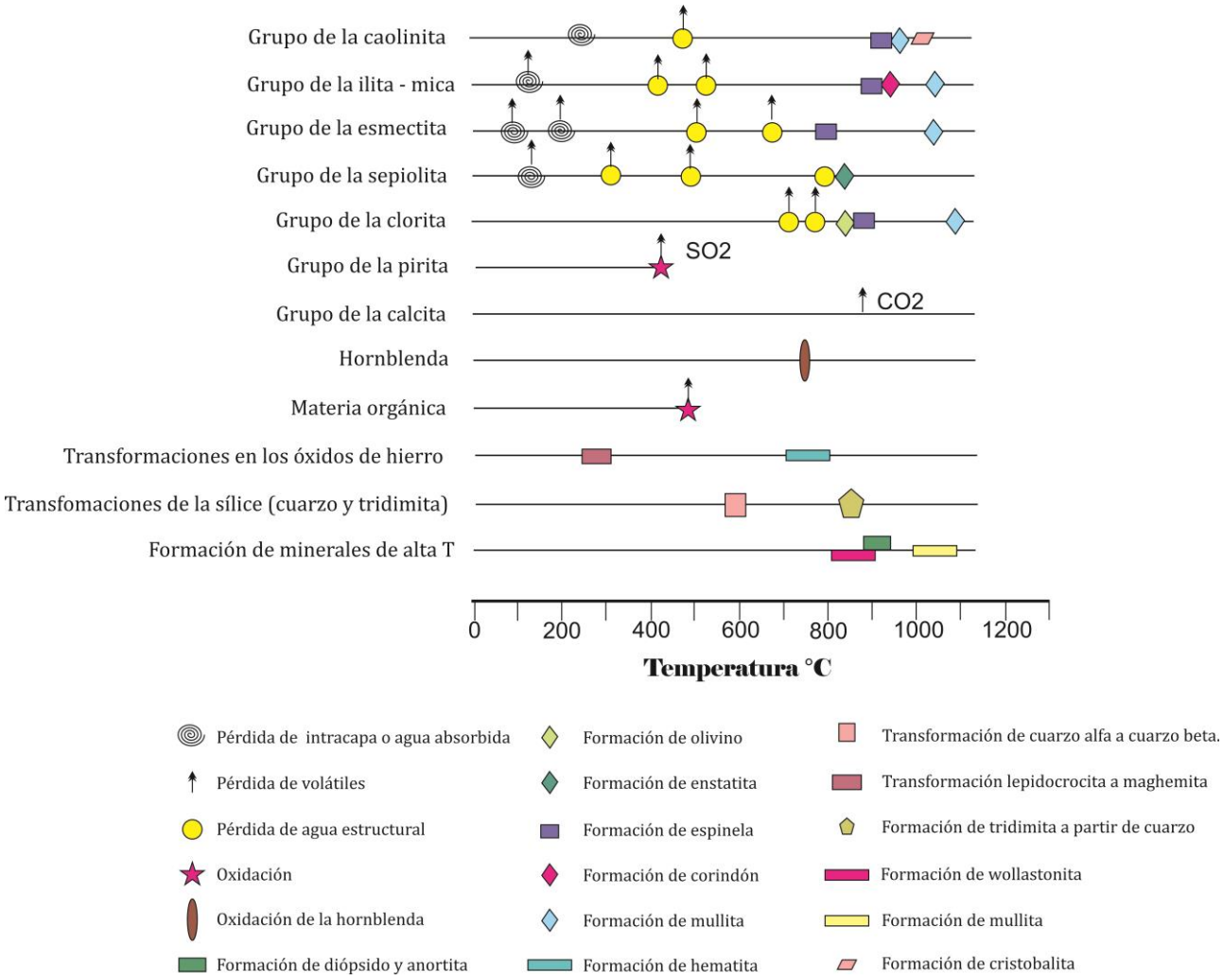



**Figura 7.** Temperaturas en las que se producen cambios químicos y cambios de fase por el proceso de cocción de la cerámica. Modificado de Christidis (2011) con datos de Quahabi et al. 2015 y Albero-Santacreu (2014) y referencias internas.

## 4. CONCLUSIONES

La difracción de rayos X es una herramienta muy versátil, pero en algunos casos de caracterización arqueométrica deberá utilizarse juntamente con otras técnicas como la fluorescencia de rayos X o la microscopia electrónica. La identificación detallada de los minerales del grupo de la arcilla es de gran importancia en la caracterización de diferentes artefactos arqueológicos. La difracción de rayos X nos permite cuantificar de forma detallada las fases mineralógicas presentes (tabla 2). También nos permite determinar el índice de cristalinidad y los parámetros de celda de los minerales. Con estos datos mineralógicos podemos empezar a construir bases de datos y utilizar herramientas estadísticas para establecer diferentes grupos de artefactos. A modo de ejemplo podemos mencionar que su aplicación permite:

**Tabla 2**. Resumen de los minerales identificado en los diferentes artefactos mediante DRX. En la tabla se indica el nombre del mineral, la abreviatura según el IMA (International Mineralogical Association) y el espaciado basal del pico más intenso. El * hace referencia a grupos mineralógicos constituidos por diferentes especies minerales

| MINERAL | Ab. (IMA) | FÓRMULA QUÍMICA | $d_{001}$ (Å) | ARTEFACTO | INFORMACIÓN RELEVANTE |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuarzo | Qz | $SiO_2$ | 3.34 | Cerámica Adobe | Mineral primario |
| Cristobalita | Crs | $SiO_2$ | 4.05 | Cerámica Adobe | Mineral neoformado o primario de origen volcánico |
| Ópalo | Opl | $SiO_2\ nH_2O$ | - | Adobe | Amorfo |
| Calcita | Cal | $CaCO_3$ | 3.03 (<con Mg) | Restos óseos Cerámica Pigmento | Relleno cavidades/conchas Primario Color Blanco |
| Aragonita | Arg | $CaCO_3$ | 3.40 | Restos óseos Cerámica | Relleno de cavidades/conchas Poco común |
| Dolomita | Dol | $CaMg(C0_3)_2$ | 2.89 | Restos óseos Cerámica | Relleno de cavidades Primario |
| Malaquita | Mlc | $Cu_2CO_3(OH)_2$ | 2.85-2.86 | Pigmento | Color Verde |
| Azurita | Azu | $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ | 3.52-3.53 | Pigmento | Color azul |
| Hydroxiapatito* Clorapatito Fluorapatito | Ap | $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ $Ca_5(PO_4)_3(Cl)$ $Ca_5(PO_4)_3(F)$ | 2.81-2.77 | Restos óseos | Variaciones de cristalinidad El Fluorapatito puro es en general de origen no biogénico |
| Plagioclasas* (AlbitaNa-AnortitaCa) | Pl | $(Na,Ca)(Si,Al)_3O_8$ | 3.21-3.15 | Cerámica Adobe | Primario/ neoformado |
| Feldespatos potásicos* | FK | $(K,Na,Ca,Ba,NH_4)(Si,Al)_4O$ | 3.31-3.29 | Cerámica Adobe | Primario/ neoformado |
| Ortopiroxenos* (Enstatita-Ferrosilita) | Opx | $MgSiO_3$ - $FeSiO_3$ | 3.25-3.15 | Cerámica Adobe | Primario/ neoformado |
| Clinopiroxenos* (Augita-Diópsido) | Cpx | $(Ca,Mg,Fe)_2(Si,Al)_2O_6$ | 3.25-3.15 | Cerámica Adobe | Primario/ neoformado (cerámicas) |
| Anfíbol* (Por ej. Hornblenda) | Hbl | $\mathbf{A}_{0\text{-}1}\ \mathbf{B}_2\ \mathbf{C}_5\ (Si,Al,Ti)_8\ O_{22}\ \mathbf{D}_2$ (diferentes cationes en A,B,C,D) | 2.75-2.69 | Cerámica Adobe | Primario Se oxida fácilmente en la cocción |
| Mullita | Mul | $3(Al_2O_3)\ 2(SiO_2)$/ $2(Al_2O_3)\ SiO_2$ | 3.39-3.40 | Cerámica | Neoformado (>100°C) |
| Gehlenita | Gh | $Ca_2Al(SiAl)O_7$ | 2.85 | Cerámica carbonatada | Neoformado (>100°C) |
| Wollastonita | Wo | $CaSiO_3$ | 3.31-2.97 | Cerámica | Neoformado (> 100°C) |
| Caolinita / Halloysita | Kln/ Hly | $Al_2\ Si_2O_5(OH)_4$ | 7.18 4.48 | Cerámica Adobe Pigmento | Primario Arcilla común Color Blanco |
| Esmectita* (Montmorillonita) | Mnt | $(Al,Mg)2Si_4O_{10}(OH)_2$ | [12-14] + 4.48 | Cerámica Adobe | Primario Arcilla común |
| Micas* (Biotita- Moscovita) | Mica | $AC_{2\text{-}3}T_4O_{10}X_2$ (diferentes cationes en A,C,T,X) | ~10 | Cerámica Adobe | Primario/neoformado |
| Paligorskita | Plg | $(Mg_2Al_2)Si_8O_{20}(OH)_2{\cdot}4H_2O$ | ~10.5-11 ~3.23 | Pigmentos | Arcilla incolora del Azul Maya |
| Sepiolita | Sep | $Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2{\cdot}6H_2O$ | ~12 | Pigmentos | Arcilla incolora del Azul Maya |
| Hematita | Hem | $Fe_3O_4$ | 2.69 | Cerámicas Adobe Pigmento | Primario/neoformado Color Rojo |
| Lepidocrocita | - | γ-Fe3+O(OH) | 3.29 | Pigmento | Pardo/ Pardo amarillento |
| Goetita | Gth | α-$Fe^{3+}O(OH)$ | 2.69-2.67 | Pigmento | Rojizo /Marrón amarillento |
| Espinela* | Spl | $MgAl_2O_4$ //$FeAl_2O_4$ // $ZnAl_2O_4$, //$FeFe_2O_4$ | 2.47-2.42 | Cerámica | Casi siempre Neoformado (T>1100°C) |
| Cinabrio | Cin | HgS | 3.38 | Pigmento | Color Rojo Sangre / Tóxico |
| Yeso | Gy | $CaSO_4\ H_2O$ | 7.63 | Cerámica Pigmento | Secundario Color Blanco |
| Grafito/ Carbón | C | C | 3.36 | Pigmento | Color Negro |
| Bitumen | - | 87%C, 11%H y 2%$O_2$ | - | Pigmento | Color Marrón/negro |

- Identificar la naturaleza mineralógica de los pigmentos prehispánicos y las recetas utilizadas durante su fabricación. También sirvió para definir la continuidad de las tradiciones y el posible origen de los componentes minerales.
- Para el caso de los adobes prehispánicos la DRX permitió definir la receta mineralógica utilizada para fabricarlos. En los materiales estudiados se observó un predominio de fases de origen volcánico, la presencia de elementos mineralógicos particulares propios de cada región y una cierta continuidad en lo referente a su fabricación.
- Para el caso de los restos óseos, mediante la técnica de DRX podemos definir todas las fases presentes en el yacimiento fosilífero y a la vez, entender los procesos de enterramiento y de fosildiagénesis del resto óseo y establecer estrategias para su preservación.
- La DRX cuantitativa, aplicada al estudio de las cerámicas permite establecer grupos mineralógicos y definir las temperaturas aproximadas de cocción.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a CONAHCYT el apoyo al LANGEM (Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía) en las diferentes convocatorias (2020, 2021, 2022) de Laboratorios Nacionales. Este trabajo ha sido parcialmente apoyado por los proyectos PAPIIT IN400816 y CONAHCYT CB2015-254328 bajo la responsabilidad de A. Daneels. Las muestras de Teotihuacan fueron proporcionadas por el Dr. David Carballo, las de Michoacán por el Dr. José Luis Punzo, las de La Blanca, Guatemala, por el Dr. Michael Love y las de El Salvador por el arqueólogo Oscar Camacho; la importación, traslado y análisis se realizaron con los permisos de las autoridades correspondientes.

## BIBLIOGRAFÍA

Albero Santacreu, D. (2014): *Materiality, Techniques and Society in Pottery Production: The Technological Study of Archaeological Ceramics through Paste Analysis*. Warsaw, Poland: De Gruyter Open Poland Poland. https://doi.org/10.2478/9783110410204

Bernal, I., Cabezas, H., Espitia, C., Mojica, J. y Quintero, J. (2003): Análisis próximo de arcillas para cerámica. *Revista de la Academia Colombiana de las Ciencias* 27 (105): 569-578.

Bocherens, H., Tresset, A., Weidemann, F., Giligny, F., Lafage, F., Lanchon, Y. y Mariotti, A. (1997): Diagenetic evolution of mammal bones in two French Neolithic sites. *Bulletin de la Société Géologique de France* 168: 555-564.

Brindley, G.W. y Brown, G. (1980): X-Ray Diffraction Procedures for Clay Mineral Identification. En Brindley, G.W. y Brown, G. (Eds.): *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification*: 305-356. Mineralogical Society.

Buxeda, J., Mommsen, H. y Tsolakidou, A. (2002): Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X ray diffraction. *Archaeometry*, 44 (2), 187-198. https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00052

Callen, R.A. (1984): *Clays of the Palygorskite-Sepiolite Group: Depositional Environment, Age and Distribution* Chapter Presented at the International Clay Conference 1981. Book: Developments in Sedimentology. Elsevier 37: 1-37. https://doi.org/10.1016/S0070-4571(08)70027-X

Capel Martínez, J. (1983): Aplicación de métodos analíticos al estudio de cerámicas arqueológicas. En *Prehistoria y Arqueologia I Congreso Historia de Andalucía:* pp. 23-31): Córdoba: Monte de Piedad.

Capel Martínez, J. (1986): Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha. *Oretum* 2: 53-153.

Carpenter, K. (2005): Experimental investigation of the role of bacteria in bone fossilization. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaöntologie Abhandlungen*: 83-94.

Chiari, G., Guiustetto, R., Druzik, J., Doenne, E. y Ricchiardi, G. (2008): Pre-columbian nanotechnology: reconciling the mysteries of the maya blue pigment. Applied Physics A (Materials Science & Processing) 90: 3-7. https://doi.org/10.1007/s00339-007-4287-z

Christidis, G. E (2011): Industrial clays EMU Notes in Mineralogy. In book: *Advances in the Characterization of Industrial* (pp. 341-414), Chapter: 9, Publisher: The Mineralogical Society of Great Britain and Northern Ireland. Editors: George E. Christidis. https://doi.org/10.1180/EMU-notes.9.1

Clarke, J.B. (2004): A mineralogical method to determine cyclicity in the taphonomic and diagenetic history of fossilized bones. Lethaia, 37: 281-284. https://doi.org/10.1080/00241160410006564

Cruz-y-Cruz, T., Perez-Crespo, V.A., Pustovoytov, K., Sedov, S., Morales-Puente, P., Tovar-Liceaga, R.E., Arroyo-Cabrales, J., Terrazas-Mata, A. y Sánchez-Miranda, G. (2016): Paleosol (organic matter and pedogenic carbonates) and paleontological d13C records applied to the paleoecology of late Pleistocene-Holocene in Mexico. *Quaternary International*, 418, 147-164. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.093

Daneels, A. (2015): Los sistemas constructivos de tierra en el México prehispánico. En M. C. Achig Balarezo (Coord.): *Tierra, Sociedad, Comunidad. 15° Seminario Internacional de Arquitectura y Construcción con Tierra*: 219-232: Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca y Red Iberoamericana Proterra.

Daneels, A. (2021): *La arquitectura de tierra mesoamericana*, Vol. I. IIA-UNAM, México.

Daneels, A. (2022): *La arquitectura de tierra mesoamericana*, Vol. II. IIA-UNAM, México.

Daneels, A., Guerrero-Baca, L. F. (2011): Millenary Earthen Architecture in the Tropical Lowlands of Mexico. *APT Bulletin* (Association for Preservation Technology) 42 (1): 11-18.

Daneels, A., Romo de Vivar, A., Chávez, L., Reyes, M., Tapia, E., León, M., Cienfuegos, E. y Otero, F.G. (2020): Bitumen-stabilized earthen architecture: the case of the archaeological site of La Joya, on the Mexican Gulf Coast. *Journal of Archaeological Science: Reports* 34 (Part A): 102619. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102619

De La Fuente, G. (2008): Post-Depositional Chemical Alterations in Archaeological Ceramics: a critical review and implications for their conservation. *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 1 (2), 21-37.

Degen, T., Adibhatla, A., König, U. y Norberg, N. (2016): *Rietveld amorphous quantification, now even more painless*. 65th Denver X-ray Conference 2016, At The Westin O'Hare, Rosemont, Illinois, U.S.AAt: Denver, CO, USA.

Denys, C. (2002): Taphonomy and experimentation. *Archaeometry*, 44: 469-484. https://doi.org/10.1111/1475-4754.00079

Ferrer E. (1959): El color entre los pueblos nahuas. *Estudios de Cultura Náhuatl* 31: 214-230. https://nahuatl.historicas.unam.mx/index.php/ecn/article/view/9235

Ferrusquia-Villafranca, I., Arroyo-Cabrales, J., Martinez-Hernandez, E., Gama Castro, J., Ruiz-Gonzalez, J., Polaco, O.J. y Johnson, E. (2010): Pleistocene mammals of Mexico: A critical review of regional chronofaunas, climate change response and biogeographic provinciality: *Quaternary International* 217(1): 53-104. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.11.036

Gama-Castro, Jorge E., Cruz y Cruz, T., Pi-Puig, T., Alcalá-Martínez, R., Cabadas-Báez, H., Jasso-Castañeda, C., Díaz-Ortega, J., Sánchez-Pérez, S., López-Aguilar, F. y Vilanova de Allende, R. (2012): Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 64 (2): 177-188.

Gliozzo, E., Vivacqua, P. y Turbanti, I. (2008): Integrating archaeology, archaeometry and geology: local production technology and imports at Paola (Cosenza, Southern Italy). *Journal of Archaeological Science* 35: 1074-1089. https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.07.008

Hedges, R.E.M. (2002): Bone diagenesis: an overview of process. *Archaeometry* 44: 319-328. https://doi.org/10.1111/1475-4754.00064

Hedges, R.E.M. y Millard, A.R. (1995): Measurements and relationships of diagenetic alteration of bone from three archaeological sites. *Journal of Archaeological Science* 22: 201-209. https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0022

Hubbard, C. y Snyder, R. (1988): RIR - Measurement and Use in Quantitative XRD. *Powder Diffraction* 3(2): 74-77. https://doi.org/10.1017/S0885715600013257

Jenkins R. y Snyder, R.L. (1996): *Introduction to X-ray Powder Diffractometry*. John Wiley & Sons, Inc. https://doi.org/10.1002/9781118520994

Jordan, M. M., Montero, M. A., Meseguer, S. y Sanfeliu, T. (2008): Influence of firing temperature and mineralogical composition on bending strength and porosity of ceramic tile bodies. *Applied Clay Science* 42 (1-2): 266-271. https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.01.005

Lee-Thorp, J. (2002): Two decades of progress towards understanding fossilization processes and isotopic signals in calcified tissue minerals. *Archaeometry* 44: 435-446. https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00076

Mateu, M., Fernández, H., Daneels, A., Cabadas, H. y Piña, S. (2022): Earthen architecture in the Mesoamerican Classic Period: a micromorphological approach to its manufacture process. *Journal of Archaeological Science* 137 (1): 105525. https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105525

Merino, L. y Morales, J. (2008): Relación del índice de cristalinidad (IC) con la edad y el contenido de iones F y CO3 en muestras de vertebrados fósiles. *Estudios Geol.* 64 (1): 75-87. https://doi.org/10.3989/egeol.08641364

Momma, K. y Izumi, F. (2019): *VESTA, a Three-Dimensional Visualization System for Electronic and Structural Analysis*. https://jp-minerals.org/vesta/en/

Moore, D. M. y Reynolds, R. C. Jr. (1997): *X Ray Diffraction and the identification and analysis of clay minerals*. Oxford: Oxford University Press.

Murad, E., Wagner, U. (1996): The thermal behaviour of an Fe-Rich illite. *Clay Minerals* 31: 45-52. https://doi.org/10.1180/claymin.1996.031.1.04

O'Connor, B., Raven, M. (1988): Application of the Rietveld Refinement Procedure in Assaying Powdered Mixtures. *Powder Diffraction* 3(1): 2-6. https://doi.org/10.1017/S0885715600013026

Para, T. A. y Sarkar, S.K. (2021): *Challenges in Rietveld Refinement and Structure Visualization in Ceramics* (Advanced Ceramic Materials). IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.96065

Pérez-Crespo, V. A., Morales-Puente, P., Arroyo-Cabrales, J. y Ochoa-Castillo, P. (2019): Paleoambiente en cuatro sitios mexicanos del Pleistoceno tardío con actividad humana inferidos a partir de la fauna. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 71(2): 343-358. https://doi.org/10.18268/bsgm2019v71n2a7

Person, A., Bocherens, H., Saliège, J.F., Paris, F., Zeitoun, V. y Gérard, M. (1995): Early diagenetic evolution of bone phosphate: an X-ray diffractometry analysis. *Journal of Archaeological Science* 22: 211-221. https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0023

Quahabi, M.El., Daoudi, L., Hatert, F. y Fagel, N. (2015): Modified mineral phases during clay ceramic firing. *Clays and Clay Minerals* 63 (5): 44-413. https://doi.org/10.1346/CCMN.2015.0630506

Renfrew, C. y Bahn, P. (2008): *Archaeology: Theories, Methods and Practice* (5Th edition). Thames and Hudson, New York.

Reyes-Valerio, C. (1994): *De Bonampak al Templo Mayor: el azul maya en Mesoamérica*, Colección América Nuestra, Vol. 40. Siglo XXI, Editores México-Agroasemex, Madrid. https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.1994.65.1716

Rietveld, H. M. (1969*): A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. J. Appl. Cryst.* 2: 65-71.

Ruan, C.D. y Ward, C.R. (2002): Quantitative X-ray powder diffraction analysis of clay minerals in Australian coals using Rietveld methods. *Applied Clay Science* 21: 227–240. https://doi.org/10.1016/S0169-1317(01)00103-X

Sánchez del Río, M., Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T., Vázquez de Agredos Pascual, M. L., Suárez, M. y García -Romero, E. (2011): *The Maya Blue Pigment. In Developments in Clay Science* 3: 453-481.

Schwedt, A., Mommsen, H., Zacharias, N., Buxeda, I. y Garrigos, J. (2006): Analcime crystallization and compositional profiles: Comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery. *Archaeometry*, 48 (2), 237-251. https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2006.00254.x

Singer, A. (1989): Palygorskite an sepiolite Group Minerals. In Minerals in Soil Environments, Vol. 1 (Second Edition). En Dixon, J.B. y Weed, S. B. (Eds.): *Minerals in Soil Environments*: 829-872. Soil Science Society of America, Inc. https://doi.org/10.2136/sssabookser1.2ed

Solé, J. y Pi, T. (2005): *An empirical calibration for 4He quantification in minerals and rocks by laser fusion and noble gas mass spectrometry using Cerro de Mercado (Durango, Mexico) fluorapatite as a standard.* Analytica Chimica Acta 535: 325-330. https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.12.020

Sponheimer, M. y Lee-Thorp, J. (1999): Alteration of enamel carbonate environments during fossilization. *Journal of Archaeological Science* 26: 143-150. https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0293

Straulino-Mainou, L., Pi-Puig, T., Lailson-Tinoco, B., Castro-Chong, K., Urbina-Lemus, M.F., Escalante-Gonzalbo, P., Sedov, S. y Flores-Morán, A. (2021): Maya Blue Used in Wall Paintings in Mexican Colonial Convents of the XVI Century. *Coatings* 11 (88). https://doi.org/10.3390/coatings11010088

Tite, M. (2008): Ceramic production, provenance and use: A review. *Archaeometry* 50 (2): 216-231. https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00391.x

Viñas-Vallverdú, R., Arroyo-Cabrales, J., Rivera-Gonzalez, I., Rodriguez-Alvarez, X.P., Rubio-Mora, A., Eudave-Eusebio, I., Solis-Torres, O.R. y Ardelean, C.F. (2017): Recent archaeo palaeontological findings from Barranca del Muerto site, Santiago Chazumba, Oaxaca, Mexico. *Quaternary International parte b* 431: 168-180. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.055

Weymouth, J. (1973): X Ray Diffraction Analysis of Prehistoric Pottery. American Antiquity 38 (3): 339-344. https://doi.org/10.2307/279721

Wopenka, B. y Pasteris, J.A. (2005): Mineralogical perspective on the apatite in bone. *Materials Science and Engineering C* 25: 131-143. https://doi.org/10.1016/j.msec.2005.01.008

Young, R. A. (1995): *The Rietveld Method. New York*: Oxford University Press, 298p.

Zuluaga, M. C., Ortega, L. y Alonso-Olazabal, A. (2012): Influencia de la naturaleza de los desgrasantes en la estimación de las temperaturas de cocción en cerámicas arqueológicas. *MACLA* 16: 30-31.

# INFIRIENDO INTERCAMBIO A TRAVÉS DE FRX: ANÁLISIS DE CERÁMICA POS-CLÁSICA DE LOS VALLES DE TEQUILA (JALISCO, MÉXICO)

**Javier Andrés Sandoval Andrade***

**RESUMEN**

Esta investigación evalúa el intercambio dentro de los valles de Tequila (Jalisco) para el período Posclásico (900-1600 d.C.) a través del uso de fluoresencia de rayos X (FRX) y estadística multivariable en 122 muestras cerámicas pertenecientes a cuatro tipos típicos de la región y temporalidad. Aunque la investigación de la organización de la producción y distribución de cerámica dentro y entre asentamientos mesoamericanos está siendo explorada desde hace décadas a través de diferentes enfoques metodológicos y teóricos, el análisis compositivo ha demostrado ser una herramienta poderosa en cuanto a aumentar la precisión de las reconstrucciones de intercambio de cerámica precolombina. La evidencia aportada por el análisis composicional realizado, el cual derivó en la obtención de dos grupos estadísticamente diferentes, confirma que sí hubo intercambio de cerámica, ya que los grupos composicionales contienen ejemplares de diferentes procedencias. Asimismo, cada uno de los grupos está dominado por cerámica de ciertas zonas específicas. El grupo A posee en su mayoría muestras provenientes de la zona oriental y norte del volcán de Tequila. El grupo B por su parte está representado en su mayoría por muestras provenientes de la zona occidental. Ya que ambos grupos composicionales contienen cerámica de sitios pertenecientes a las tres zonas estudiadas (Norte, Oeste y Este) se sugiere que, en los diferentes sitios muestreados, que evidencian la presencia de los dos grupos composicionales, existió tanto producción cerámica local para consumo propio como para el intercambio. La compleja heterogeneidad química dentro del conjunto artefactual analizado, en especial en el área de Etzatlán, sugiere que este sector estaba intercambiando, en lo que respecta a los cuatro tipos cerámicos, con pueblos tanto dentro como fuera de esta región. Los porcentajes diferenciales, tanto en tipos como en el contexto de hallazgo, aunado al tamaño de sitio, donde se ubicaron las muestras foráneas, hacen suponer la posible presencia de mercado a nivel regional, en especial para el área sur de Etzatlán.

***Palabras clave: arqueometría, cerámica, tecnología, intercambio, Valles de Tequila, FRX.***

**ABSTRACT**

This work evaluates the possible exchange in the Tequila's valleys (Jalisco) during the Postclassic period (900-1600 AD) using x ray fluorescence (XRF) and multivariate statistics in 122 ceramic samples belonging to four diagnostic types in this region and time period. Although research about the organization of the production and distribution of ceramics within and between Mesoamerican settlements has been explored for decades using different methodological and theoretical approaches, compositional analysis has proven to be a powerful tool in reconstructing Pre-Columbian ceramic exchange. The evidence provided by the compositional analysis, which resulted in two groups statistically different, confirms that there was pottery exchange, since the compositional groups contain specimens from different origins. Also, each of the groups is dominated by pottery from certain specific areas. Group A mostly has samples from the eastern and northern areas of the Tequila volcano. Group B for its part is represented mostly by samples from the western area. Since both compositional groups contain ceramics from sites belonging to the three zones studied (North, West and East) it is suggested that in the different sampled sites, which show the presence of the two compositional groups, there was as local pottery production for own consumption and pottery for exchange. The complex chemical heterogeneity within the pottery set analyzed, especially the sample from the Etzatlán area, suggests that this sector exchanged all of pottery types with people both inside and outside this region. The differential percentages, both in ceramic types and in their context, together with the size of the site, where the samples were collected, suggest the possible presence of a regional market exchange, especially for the southern area of Etzatlán.

***KEYWORDS: archaeometry, pottery, technology, exchange, Tequila Valleys, XRF.***

* Máster en Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. Email: sagandres@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

La región del Tequila cubre aproximadamente 2500 km2 alrededor del volcán del mismo nombre. Esta área se caracteriza por estar inmersa en el distrito lacustre cuyos valles adyacentes se ubican alrededor del volcán y poseen excelentes tierras fértiles, bien irrigadas donde la oportunidad de explotar recursos acuáticos en la antigüedad estuvo siempre presente (Weigand, 2006: 39). Las elevaciones van de los 800 metros en el cañón del río a los 3000 metros que corresponden al volcán de Tequila (Heredia Espinoza, 2017: 299). Los valles de este diverso entorno ofrecen una gran riqueza en cuanto a recursos minerales y naturales, destacando las minas de obsidiana que han sido explotadas desde época prehispánica (Esparza, 2011; Heredia Espinoza, 2017: 299).

En esta zona se realizaron dos prospecciones arqueológicas regionales (Heredia Espinoza, 2016, 2017; Heredia Espinoza et al., 2018; Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2010, 2012). Estos trabajos denominados: Proyecto Arqueológico Paisaje Agavero (PAPA) y Proyecto Arqueológico en la cuenca de la ex – laguna de Magdalena (PAX) tuvieron lugar entre los años 2007 y 2013. Parte del material cerámico recuperado en estos proyectos fue analizado a través de FRX y sus resultados se presentan en este documento. En el Proyecto Arqueológico Paisaje Agavero (PAPA), se prospectaron sistemáticamente 464 km en el área norte del volcán de Tequila (fig. 1), donde se registraron 528 sitios. Para el período Posclásico se determinaron un total de 242 sitios arqueológicos cuyo tamaño promedio fue de 3.3 ha, con una ocupación total de 810 ha. Este aumento en la escala se debió al establecimiento de un sitio grande y único llamado Santa María (Heredia Espinoza, 2017: 306). Por su tamaño y complejidad arquitectónica, se asume que este sitio tuvo gran importancia e influencia a nivel regional (Heredia Espinoza, 2017: 308). En lo que respecta a la arquitectura, los corralitos son las formas más abundantes para el período Posclásico asociados a cerámica de esta temporalidad (Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2012: 27; Weigand & García de Weigand, 1996: 51). Estas estructuras parecen estar asociadas a actividades domésticas donde las ollas Atemajac y los molcajetes Huistla son abundantes (Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2012: 30). En general para toda el área prospectada se tienen a los tipos Atemajac y Huistla como los más cuantiosos (Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2012: 41). En cuanto a las formas se tiene un alto porcentaje de ollas, seguido de cajetes y comales, donde las vasijas de servicio no tuvieron mayor preponderancia lo que podría indicar que la ausencia de este de tipo de loza estaría ligada a la poca importancia de banquetes y otras celebraciones comunales (Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2012: 44). A través del análisis del patrón de asentamiento, así como de la cultura material, se pudo concluir que en el área norte del volcán de Tequila siempre hubo baja integración política (Heredia Espinoza, 2017: 309). De la misma manera la integración económica parece haber estado limitada a lo largo del tiempo y las unidades domésticas muestran poca evidencia de una especialización artesanal intensiva (Heredia Espinoza, 2017: 309).

En cuanto al proyecto Arqueológico en la Cuenca de la ex – laguna de Magdalena (PAX), en el sector occidental del volcán de Tequila (fig. 1), se realizaron trabajos de recorrido en 438 km2 que cubrieron parcialmente los municipios de Magdalena, Hostotipaquillo, San Juanito de Escobedo, Etzatlán y San Marcos (Heredia Espinoza et al., 2018: 13). Para el Posclásico Temprano a Medio (fase Atemajac I) se registraron 55 sitios con ocupación para este periodo cubriendo un área total de 79 hectáreas. El tamaño de los sitios se incrementó de 0.6 a 1.4 hectáreas en comparación a la fase anterior (Heredia Espinoza et al., 2018: 47). El sitio de mayor extensión para este período fue de 17 ha. La gran parte de los sitios se establecieron en la parte este y sur del área de estudio (fig. 1). Para el Posclásico Tardío (fase Atemajac II) se registraron en total 57 sitios ocupando un total de 60 ha de área (Heredia Espinoza et al., 2018: 49). La distribución de sitios en este período es mucho más homogénea que para la fase Atemajac I y aunque la parte sur y este continúan estando más densamente ocupadas, aparecen múltiples sitios en el área de los municipios de Magdalena y Hostotipaquillo (Heredia Espinoza et al., 2018: 49). Durante las dos fases del período Posclásico se llegó a ocupar un área total de 557 hectáreas y el número de sitios fue de 196, siendo el tamaño promedio de sitio igual a 2.8 ha. De la misma forma la población al norte del área de estudio se incrementa y aparecen sitios de mediano tamaño (Heredia Espinoza et al., 2018: 51). La parte sur y este de la cuenca aparecen como densamente pobladas. El patrón de asentamiento se evidencia como más continuo en la parte Sur (en los alrededores de Oconahua y Etzatlán) y Este (alrededor de San Juanito de Escobedo), mientras que en la parte norte se pueden apreciar espacios sin asentamiento separando agrupamientos de sitios (Heredia Espinoza et al., 2018: 51). Los resultados de la prospección muestran que durante el periodo Posclásico (tanto temprano como tardío) hubo un cambio drástico en el área de ocupación, en el tamaño promedio de sitio y en el número de sitios. Este patrón se refleja también en el norte del volcán de Tequila y en otras partes de Mesoamérica (Heredia Espinoza et al., 2018: 59).

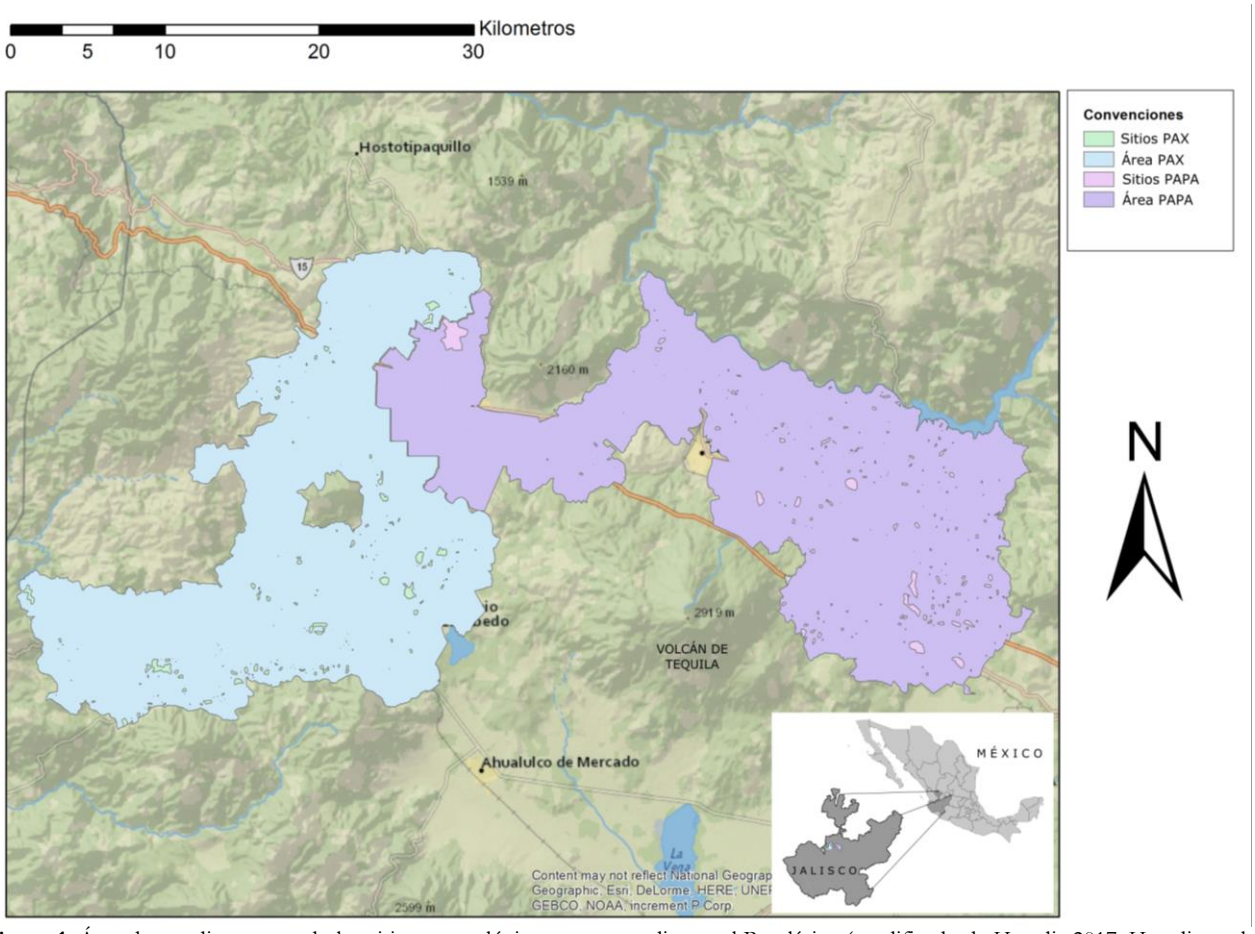



**Figura 1.** Área de estudio mostrando los sitios arqueológicos correspondientes al Posclásico (modificado de Heredia 2017; Heredia et al. 2018)

## 2. INTERCAMBIO Y CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Arqueológicamente, el intercambio se hace visible al identificar ciertos artefactos que puedan conectarse de alguna manera a un lugar de origen, teniendo en cuenta sus distribuciones espaciales y patrones estilísticos (Dillian & White, 2010: 7). En las últimas décadas se han perfeccionado nuevos métodos para identificar intercambio que utilizan técnicas de caracterización química como la fluorescencia de rayos X (FRX) y el análisis de activación neutrónica (NAA) y técnicas mineralógicas como la petrografía y la difracción de rayos X (DRX). Estas técnicas se utilizan comúnmente para caracterizar tanto los objetos como las fuentes de las cuales se pudieron obtener los primeros y donde los artefactos de cerámica han sido usados extensamente (Bishop & Rands, 1982; Blomster et al., 2005; Charlton et al., 2007; Feinman et al., 1989, 1992; Glascock, 1992, 2011; Glascock et al., 2004; Herrera et al., 1999; Neff, 1993, 2000; Neff et al., 1994, 2006; Neff, 1992; Neff & Bove, 1999; Nostrom, 2014; Tykot, 2016; Tykot et al., 2015, 2013).

En muchos aspectos la cerámica es un material arqueológico ideal para comparar los mecanismos de intercambio ya que su utilización continua invita a la rotura y sus múltiples usos (almacenamiento, cocción y servicio) crean demanda (Stark & Garraty, 2010). La cerámica es especialmente adecuada para el análisis de procesos de producción y espacios de distribución ya que las materias primas necesarias (arcilla, madera y otros materiales combustibles, agua) están ampliamente disponibles (Meyer et al., 2016: 191). Asimismo, la cerámica puede ser relativamente fácil de fechar y asignar estilísticamente a grupos culturales específicos, lo que permite el aislamiento de conjuntos contemporáneos (Meyer et al., 2016: 191). El contrastar la forma en que se distribuyeron distintos tipos cerámicos permite discutir acerca de los probables modos de intercambio que pudieron intervenir en su repartimiento. Las cerámicas se caracterizan mineralógicamente o químicamente en función de la complejidad del entorno geológico y se dividen en grupos según las similitudes en la composición. Los especímenes de cerámica en cada grupo representan así los productos de un área de fuente particular, cuya distribución se puede usar para trazar la extensión del intercambio cerámico en una región. Para una definición adicional de las áreas de origen, las composiciones cerámicas pueden compararse con los suelos locales y las

formaciones geológicas, aunque esto a menudo se complica por la alteración previa o posterior a la deposición de las materias primas cerámicas. Sin embargo, incluso en los casos en que es estudio de la cerámica no se puede asociar con éxito con fuentes de arcilla locales (como es el caso del presente estudio), las concentraciones espaciales de cerámica con composiciones similares deben indicar la ubicación general de las áreas de origen de las materias primas utilizadas en su fabricación (Rice, 2015: 342-344). De los dos tipos de evidencia, se ha encontrado que el uso de información de composición es más útil por varias razones. Primero, la evidencia arqueológica para los centros de producción a menudo es escasa o puede estar alterada por actividades posteriores en el sitio. En comparación, los estudios de composición no requieren materiales arqueológicamente escasos, por lo que, en teoría, se pueden utilizar para caracterizar cerámicas en cualquier región donde existan datos de prospección y excavación. En segundo lugar, la comparación de los atributos de la composición con las clasificaciones estilísticas y formales se puede utilizar para investigar la relación entre los diferentes aspectos de la producción de cerámica y, por lo tanto, proporciona un detalle potencialmente mayor que el disponible solo a partir de la evidencia arqueológica (Sandoval, 2019).

Los grupos composicionales (grupos derivados estadísticamente de cerámicas químicamente similares) se examinan para detectar asociaciones de grupos químicos con procedencias particulares. Si hubo intercambio entonces se darían las siguientes condiciones: a) los grupos composicionales contienen cerámica de diferentes procedencias; o b) algunos grupos composicionales están dominados por la cerámica de un sitio individual y algunos grupos contienen cerámica de varios sitios. La condición "b" sugiere tanto la producción local para consumo propio como para el intercambio. La producción local puede estar indicada si diferentes grupos químicos tienen muestras de distintas procedencias (Deutchman, 1980: 122). En este punto es clave aclarar que lo que se pretende observar es la variabilidad dentro y entre conjuntos cerámicos, viendo a estos como recipientes terminados, y no como fragmentos de arcilla (Burton & Simon, 1996: 408-409). Aquí lo prioritario es determinar la variabilidad de la cerámica, aún a pesar de no identificar las fuentes de materia prima con las que se realizaron los objetos (Burton & Simon, 1996: 408-409). Como bien señala Albero (2011: 188), los grupos composicionales que se determinan a través de análisis químicos están dándonos datos tanto del origen de las arcillas como de la tecnología usada en la realización de la cerámica (adición de ciertos desgrasantes y el uso de diversas fuentes de arcilla).

Para el caso de la presente investigación, el material cerámico analizado fue el correspondiente a cuatro tipos propios del Posclásico en la región: Atemajac Rojo, Tabletas incisas, Huistla Bicromo y Huistla Policromo (Beekman & Weigand, 2000; Galván, 1991; Glassow, 1967; Nance et al., 2013). Así, se propuso determinar la variabilidad química de las pastas cerámicas de los cuatro tipos mencionados y que fueron recuperados dentro de la zona de los Valles de Tequila en los proyectos PAPA y PAX. La distribución espacial de los distintos tipos cerámicos y su variabilidad química determinada por fluorescencia de rayos X (FRX) fue analizada con el fin de evaluar y en lo posible reconstruir el tipo de intercambio a través del cual estas vasijas se movieron en la región. El análisis por FRX permitió plantear una posible organización de la distribución a escala regional de forma que se puedan ligar los diferentes grupos composicionales determinados con posibles lugares donde la cerámica se concentraría para su repartimiento. Para este estudio se revisaron un total de 2323 bolsas correspondientes a las recolecciones superficiales de los proyectos PAX y PAPA. 1587 bolsas correspondieron al PAPA y 736 bolsas al PAX. El proceso de revisión implicó a su vez una preselección de 538 bolsas en cuyo interior se localizaron fragmentos cerámicos claramente diagnósticos pertenecientes a los cuatro tipos mencionados. Si bien, de acuerdo a los inventarios de ambos proyectos, el número total de fragmentos diagnósticos de estos tipos era muy superior, se optó por una selección que diera cuenta de las características más dicientes de cada tipo como la decoración en el caso de los tipos Huistlas, las incisiones en el caso de las Tabletas Incisas y los fragmentos borde de las ollas del tipo Atemajac Rojo. Teniendo las 538 bolsas preseleccionadas se procedió a ubicarlas espacialmente usando el software QGIS, de forma que se tuviera presente su disposición espacial al realizar el muestreo final para el análisis de FRX. Para esta selección se optó por considerar prioritarias tres áreas diferentes: el sector sur del PAX, los sectores norte del PAPA y PAX así como el área sur-oriental del PAPA. El sector sur del PAX se priorizó debido a que allí se ubican los sitios de Etzatlán y Oconahua, mencionados en las fuentes históricas como lugares con presencia de *"tianguis"* (mercados) (De Coria, 1937). El sector norte del PAPA y el PAX se escogió por la presencia del sitio MAG-SMA-10, el cual es el de mayor tamaño registrado en los dos proyectos. Finalmente el sector sur-oriental del PAPA fue seleccionado debido a que presenta sitios de variados tamaños y está casi equidistante a los dos sectores anteriormente mencionados. El área central del PAPA se descartó debido a que fue el sector que presentaba mayor grado de afectación al momento de realizar la prospección regional (Heredia Espinoza y Martínez Rojo 2010). Otro de los criterios usados para hacer la selección de las muestras finales fue los contextos de hallazgo de los fragmentos buscando que fueran diversos

así como que existiera representatividad de diferentes tamaños de sitios. Finalmente se seleccionó un total de 122 muestras correspondientes cada una a un fragmento cerámico (Sandoval, 2019).

Estudiar el intercambio a nivel regional utilizando artefactos obtenidos en superficie a través de prospecciones sistemáticas permite hacer una primera aproximación a los posibles sistemas económicos que tuvieron lugar a una escala macro y en lapsos grandes de tiempo. Poder determinar el tipo de intercambio que tuvo lugar en la región de los valles de Tequila para el período posclásico, permite plantear nuevas preguntas acerca de los desarrollos políticos, sociales y económicos que tuvieron lugar en esta región en los siglos previos. Si bien el área de los Valles de Tequila no tiene el volumen de investigaciones que caracterizan otras áreas de Mesoamérica, el presente trabajo ofrece evidencia preliminar del intercambio de cerámica a nivel regional. Este trabajo tiene así el fin último de contribuir a la comprensión de la dinámica económica y social del Postclásico para esta región del Occidente de México y permite a su vez plantear nuevas preguntas e hipótesis de investigación que podrán desarrollarse en el área en los próximos años (Sandoval, 2019).

## 3. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se fundamenta en el uso de técnicas arqueométricas, donde el objetivo principal fue la caracterización química elemental de pastas cerámicas a través de fluorescencia de rayos X (FRX) de muestras arqueológicas obtenidas en recorridos de superficie en la región de los Valles de Tequila (Heredia Espinoza, 2016, 2017; Heredia Espinoza et al., 2018; Heredia Espinoza & Martínez Rojo, 2010, 2012). Este análisis tuvo como principal interés determinar si existían correlaciones químico-elementales, determinadas a través del estudio arqueométrico, con algún tipo de intercambio regional que pudiera haberse llevado a cabo en la zona de estudio y en el cual la cerámica hubiera estado involucrada. A continuación se exponen los planteamientos básicos de la técnica utilizada, el procedimiento llevado a cabo en la selección de la muestra, los análisis llevados a cabo y las técnicas estadísticas empleadas en el manejo de los datos obtenidos.

### *3.1. Fluorescencia de rayos X (FRX)*

De acuerdo con Lahanier et al. (1986), el procedimiento ideal para analizar objetos históricos o arqueológicos debe ser tanto no destructivo (respetando la integridad física del objeto), como rápido (para analizar grandes números de objetos similares o para investigar un solo objeto por varias técnicas), sensible y multielemental (para obtener simultáneamente información sobre muchos elementos en una sola medición). La espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX) satisface la mayoría de estos requisitos además de proporcionar una forma barata y rápida de determinar la composición química de materiales cerámicos (Hall, 2017: 342). De hecho la FRX representa uno de los métodos más adecuados para obtener información cualitativa y semicuantitativa sobre una gran diversidad de materiales (Liritzis & Zacharias, 2011; Shackley, 2011a, 2014; Tykot, 2016).

Los elementos esenciales de la técnica son bastante simples: la fluorescencia de rayos X se genera cuando se excita una muestra que se desea analizar con una fuente emisora de rayos X. Esta radiación incidente expulsa electrones de capas interiores del átomo, enseguida los electrones de capas más externas ocupan los lugares libres, y el exceso energético resultante de esta transición se disipa en forma de fotones: la que precisamente se denomina radiación X fluorescente o secundaria (Donais & George, 2018: 2-4; Price & Burton, 2011: 86-87). Esta radiación de fluorescencia es característica para cada elemento químico y la concentración de cada uno de estos es detectada midiendo la intensidad de la energía asociada a cada transición de electrones (Shackley, 2014; Tykot, 2016).

La configuración experimental para la medición de espectros FRX se compone de una fuente, de rayos X o de rayos gamma, usada para irradiar la muestra, un espacio para depositar la muestra y un sistema para detectar la fluorescencia de rayos X. Los espectros FRX típicos muestran la intensidad de la fluorescencia de rayos X emitidos por la muestra en función de la energía (en electro voltios) (Price & Burton, 2011: 86). Después de la calibración y corrección apropiadas, las áreas debajo de los picos de fluorescencia se convierten en concentraciones relativas o absolutas de los elementos químicos analizados (Artioli, 2010: 35).

### *3.2. Uso del sistema SANDRA*

El análisis por FRX se llevó a cabo en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México. El equipo que se empleó para los análisis fue el sistema SANDRA (Sistema de Análisis No Destructivo por Rayos X) (Ruvalcaba Sil et al., 2010), desarrollado en el IF-UNAM, el cual consta de tubos de Mo, Rh y W de 75 W que se pueden combinar con detectores Si- PIN y Cd-Te para analizar regiones de 0.5 a 4 mm de diámetro. El

SANDRA cuenta con un par de láseres guía que permiten conocer el punto exacto de donde se está tomando la lectura de FRX.

Previo a la toma de espectros se realizó la preparación de cada muestra en tres etapas: pulido de superficies, macerado de fragmentos y fabricación de pastillas. La primera de estas fases se basó en el pulido con mototool eléctrico con punta de diamante. Aquí se procedió a eliminar las capas superficiales de un pequeño sector de aproximadamente 1 centímetro cuadrado de cada fragmento con el fin de obtener muestras de la pasta sin residuos de la superficie. Cabe aclarar que cada uno de los fragmentos originales sólo se vio afectado en este pequeño sector convirtiendo a este procedimiento en semi-destructivo. Realizado el pulido de las muestras se procedió al cortado de los sectores pulidos usando pinzas metálicas de manera manual. Separados estos fragmentos, se usó un mortero de ágata para la pulverización de cada uno de estos hasta llegar a un polvo fino. Finalmente se procedió a la realización de pastillas con el polvo resultante de la actividad anterior usando una prensa hidráulica aplicando una presión de tres toneladas métricas. La pulverización y posterior conversión en pastillas garantiza poder contar con una muestra homogénea para la realización de análisis arqueométricos. La elaboración de las pastillas se hizo sin utilizar algún tipo de sustancia adicional. Una vez realizadas las pastillas se introdujeron en recipientes plásticos con la nomenclatura propia de cada muestra.

Una vez preparadas las pastillas, para la toma de espectros de las 122 muestras se utilizó el tubo de Molibdeno y se configuró el equipo a una corriente de 0.400 mA y un voltaje de 35 kV. El equipo SANDRA estuvo conectado a una computadora portátil durante todo el proceso y se usó el software DPPMCA para la adquisición de datos. Para cada pastilla se tomaron tres lecturas de FRX correspondientes a tres diferentes puntos sobre la superficie de la pastilla con un tiempo de adquisición de 120 segundos por cada punto (fig. 2). El diámetro de lectura fue de 0.5 mm. Los tres puntos se realizaron con el fin de obtener una lectura promedio de FRX de cada una de las pastillas. En total se adquirieron 366 espectros de FRX los cuales posteriormente se procesaron a través del software PyMca.

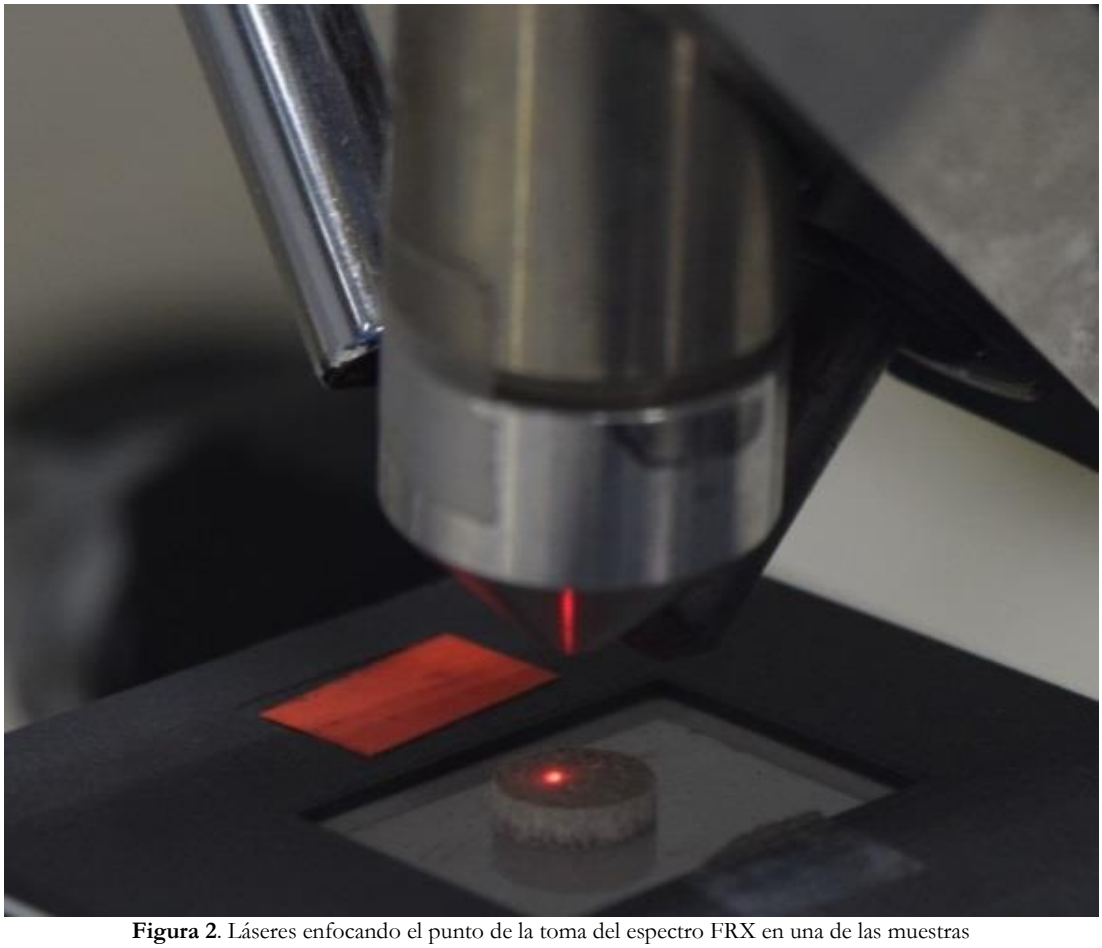


**Figura 2**. Láseres enfocando el punto de la toma del espectro FRX en una de las muestras

### *3.3. Análisis estadístico*

Como procedimiento previo a la exploración de los datos a través de la estadística multivariable, se realizó una primera aproximación a la composición química del conjunto cerámico mediante técnicas estadísticas más simples y al sometimiento de cada variable a la exploración de posibles muestras atípicas que pudieran afectar los tratamientos estadísticos posteriores (Tsantini, 2007). Así, se buscaron posibles relaciones que pudieran existir entre cada una de las variables mediante un análisis bivariado discriminado por subregión y tipo cerámico de forma que fueran visibles los elementos que permitían una mejor separación de las muestras y ver cuáles variables estaban interrelacionadas entre sí (Shennan, 1997; Tsantini, 2007). Baxter (1994) sugiere la eliminación de los datos atípicos o outliers de manera previa a los análisis multivariados, por lo que para las muestras materia del presente estudio, se sometieron los valores composicionales elementales a un análisis de "boxplot" que dio cuenta de los outliers por cada variable usada (elementos traza), contándose un total de 4 muestras, lo que indicaría que estas piezas son singulares en lo que a su composición química se refiere. Se presume que cuando no se retiran los outliers del conjunto a analizar se tendría el inconveniente de incrementar la varianza observada en el conjunto cerámico e introducir incertidumbre adicional a los grupos establecidos por el análisis de componentes principales y los análisis de conglomerados efectuados (Albero, 2011: 308). Las muestras determinadas como outliers se sometieron a un análisis estadístico similar al efectuado al grueso de los demás datos. Los valores elementales obtenidos a través de FRX son datos multivariantes, por lo que diferentes tratamientos estadísticos fueron necesarios para interpretarlos (Baxter, 1994, 2003, 2008; Baxter & Buck, 2000; Carlson, 2017; Drennan, 2009; Shennan, 1997). Como regla general, el número de muestras analizadas debe ser un mínimo de dos o tres veces el número de elementos analizados, por lo tanto, si se están midiendo veintisiete elementos, idealmente deberían analizarse más de cincuenta y cinco muestras (Hall, 2017). Para la presente investigación se trabajó con 12 elementos (Al, Si, Ca, P, Mn, Ti, Fe, Zn, Rb, Y, Sr, Zr) por lo que este criterio queda solventado. Asimismo un mayor número de muestras ayuda a evitar que ocurran singularidades en los cálculos (Albero, 2011). Glascock (1992) propone la transformación log10 de los datos originales ya que existiría una distribución log-normal de los valores, sosteniendo que los datos composicionales en general, principalmente los elementos traza, siguen una distribución normal y que la transformación logarítmica compensa las diferencias en las magnitudes entre los elementos principales como el Al, Si, Ca, Fe, entre otros, y los elementos traza como el Zr o el Sr. Esta transformación es la más aplicada para suavizar las diferencias de magnitud entre las concentraciones de elementos principales y traza (Papachristodoulou et al., 2006; Rice, 2015).

#### 3.3.1. Análisis multivariados utilizados

En el presente trabajo se realizaron análisis de componentes principales (ACP), análisis clúster, análisis de K-means y análisis discriminante (AD). El primero es una técnica de análisis que permite examinar las relaciones existentes entre varias variables (Baxter, 1994: 48-99; Carlson, 2017: 265-278; Drennan, 2009: 299-307; Shennan, 1997: 265-307; Türkmen, 2003: 24). Su propósito principal es reducir el conjunto de datos original manteniendo la variabilidad del sistema sin cambios y revelar relaciones dentro de las observaciones que no se sospechaban previamente visualizando las variables originales. Además, los componentes principales pueden servir como un paso intermedio y pueden ser entradas para futuros análisis estadísticos. El ACP es utilizado comúnmente cuando se abordan problemáticas asociadas al origen o procedencia de materiales arqueológicos (Baxter, 1994: 48-99; Carlson, 2017: 265-278; Shennan, 1997: 265-307). El ACP se ocupa de explicar la estructura de covariancia de los datos a través de unas pocas combinaciones lineales de las variables originales (Carlson, 2017: 265-278; Drennan, 2009: 299-307; Shennan, 1997: 265-307). En el caso de la cerámica de los valles de Tequila analizada en este trabajo, las variables son los diversos elementos detectados y medidos por FRX durante la lectura de cada fragmento. Las nuevas variables son referidas como componentes principales (Carlson, 2017: 265-278; Drennan, 2009: 299-307; Shennan, 1997: 265-307). En los estudios de procedencia los primeros componentes principales a menudo son suficientes para revelar un resultado significativo. La relación entre las muestras y su procedencia se determina al observar las separaciones y superposiciones de los grupos formados en el diagrama de dispersión de los componentes principales (Carlson, 2017: 265-278; Drennan, 2009: 299-307). Las muestras de la misma procedencia se agregan en una parte del diagrama de dispersión donde a menudo el biplot del componente principal 1 frente al componente principal 2 proporciona suficiente información (Carlson, 2017: 265-278; Drennan, 2009: 299-307). Los cuatro elementos traza (Zr, Y, Rb y Sr) seleccionados fueron los más efectivos para discernir grupos compositivos discretos. Se realizaron amplios análisis estadísticos sobre los datos de composición de la cerámica en un intento por encontrar los resultados estadísticos más sólidos y claros posibles. El análisis estadístico y la reducción de datos que emplean técnicas multivariadas conducen a una serie

de variables que caracterizan un determinado grupo de objetos (cerámica en este contexto). El problema es definir grupos en el conjunto de datos en función de su proximidad compositiva. Dicha comparación daría lugar a agrupaciones de cerámica y las materias primas de las que se derivan (Sandoval, 2019).

El análisis clúster o de conglomerados tiene como fin la búsqueda de una estructura relacional entre los casos caracterizados por una serie de variables. Los casos que son muy similares entre sí, en términos de sus valores para una serie de variables, terminan en los mismos grupos, mientras que los que son más diferentes terminan en diferentes agrupaciones. Debido a la naturaleza de los datos (una serie de variables continuas) y al problema de la identificación de dichos grupos, el análisis de conglomerados es un método multivariado adicional que complementa de manera óptima al ACP (Hall, 2017: 353). En este caso se eligieron los coeficientes de los tres primeros componentes principales como variables en el análisis de conglomerados. Este procedimiento se ha realizado con éxito en el pasado en análisis composicionales de cerámica arqueológica (Nostrom, 2014). El propósito de este análisis fue verificar los resultados obtenidos del ACP y hacer que la clasificación de procedencia fuera más clara.

Tras el ACP realizado a los valores transformados en log10 de los datos composicionales de los fragmentos analizados, los coeficientes de los tres primeros componentes creados (factores de regresión), se sometieron a un análisis de conglomerados de k-means. El análisis de conglomerados de k-means es un método relativamente neutral para agrupar datos con la intención de minimizar la variación intergrupal y maximizar la variación intragrupos (Carlson, 2017: 321-323). Basándose en el análisis de conglomerados jerárquicos realizado se obtuvo un posible número de clústeres potencialmente apropiados para la muestra analizada. Asimismo se usaron diversos paquetes estadísticos de R con los cuales se testeó la confianza de los posibles grupos composicionales estadísticamente diferentes (Carlson, 2017). Para la cerámica de los valles de Tequila, se determinaron dos (2) agrupamientos para el análisis de k-means. Dentro de R, el análisis de conglomerados de k-means resulta en que cada fragmento se asigna al grupo (1-2) al que tiene mayor probabilidad de pertenecer. Los conjuntos de grupos de k-means creados a partir de los factores de regresión del ACP se basan puramente en las correlaciones encontradas dentro de la composición elemental de cada fragmento, sin que se haga referencia a su contexto arqueológico de hallazgo.

Finalmente, se aplicó un análisis de función discriminante el cual se utiliza para determinar si un conjunto de variables es efectivo para determinar la pertenencia a un grupo (Carlson, 2017: 249-254). El análisis de la función discriminante se utiliza cuando se ha establecido una correlación entre las variables que se están probando. La razón para realizar el análisis discriminante fue la verificación de una manera independiente de los resultados obtenidos a través del análisis de componentes principales y el de k-means. El ACP es un método neutral para determinar si hay correlaciones dentro de un conjunto de datos. Asimismo el ACP ha confirmado una correlación entre las variables, en este caso los elementos traza. Se utilizó el AD para corroborar los resultados del ACP. En el análisis discriminante efectuado, las variables independientes fueron los datos de la composición elemental primaria utilizados como variables para el análisis de componentes principales, es decir los elementos traza originales. La variable dependiente (agrupación) en el AD fueron los grupos de clústeres k-means creados usando los coeficientes de los tres primeros componentes principales de los datos transformados con log10. Al utilizar los datos originales y los grupos creados por el ACP, el AD proporcionó resultados que muestran la precisión de los grupos creados por el ACP. Así, el AD confirma o refuta la validez de los resultados del ACP. Al observar los resultados del AD, el objetivo principal fue encontrar el número óptimo de grupos que proporcionaran la mayor cohesión intergrupal y la separación intragrupo.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En primera instancia, luego de tomados los espectros de FRX de las 122 muestras cerámicas, se utilizó el software PyMca para procesarlos. Así se identificaron los elementos más visibles en cada uno de los espectros para posteriormente obtener los valores de intensidad de cada uno de los 12 elementos determinados. Aquí se usaron los valores de área de picos netos semi-cuantitativos relativos en lugar de unidades cuantitativas (partes por millón: ppm o porcentaje de masa: wt%) ya que no se disponía de la calibración adecuada para llevar a cabo esta conversión. Es un procedimiento realizado con regularidad en análisis composicional (Forster et al., 2011; Liritzis & Zacharias, 2011: 134) y que a su vez evita la generación de valores de concentración absolutos "*falsos*" (Forster et al., 2011: 393; Liritzis & Zacharias, 2011: 132-134; Shackley, 2011b: 18; Speakman et al., 2011).

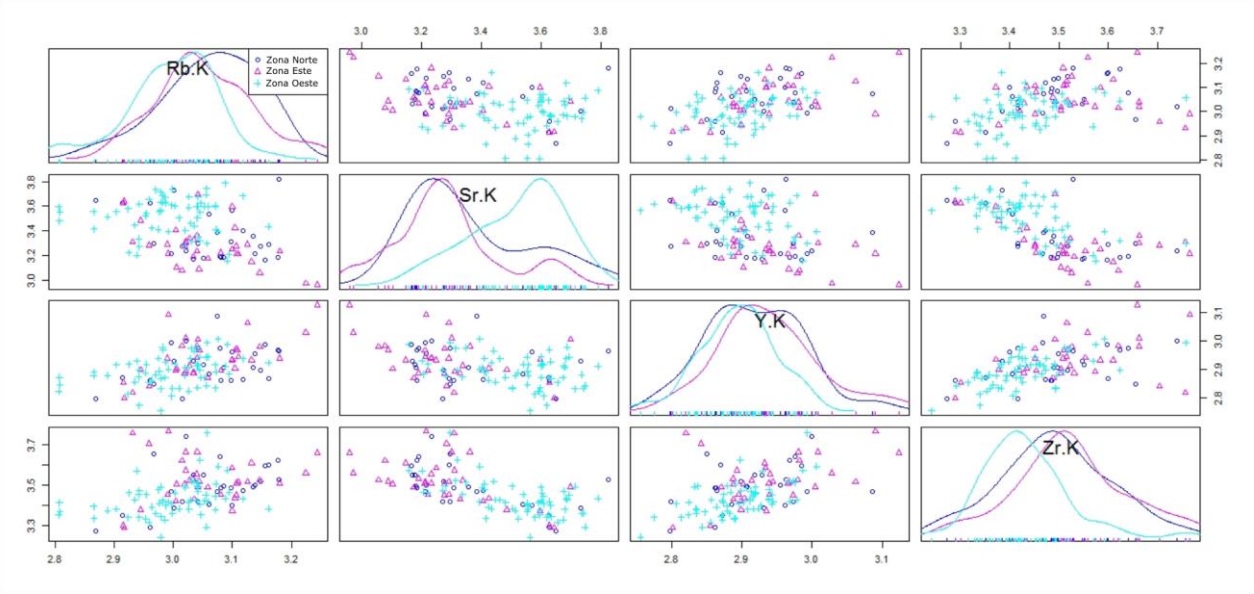



**Figura 3**. Matriz de diagramas de dispersión de las 122 muestras discriminados por zonas con lo datos transformados a 1og 10 (Norte, Este y Oeste).

Obtenidos estos valores numéricos se procedió a promediar los correspondientes a cada muestra (tres espectros por cada pastilla) y así adquirir un valor único para cada fragmento cerámico. Luego, se procedió a hacer la conversión de cada uno de los datos a log10. Con estos dos paquetes de datos se procedió a usar el software R con la interfaz *Commander* con el fin de obtener las matrices de diagramas de dispersión discriminando tanto por región de hallazgo de las muestras como por el tipo cerámico. Esto permitió ver las posibles variables que mostraban de mejor manera una separación entre las muestras, previo a los análisis estadísticos. La separación entre regiones se observa de una mejor manera a través de la relación entre el Sr y Zr, así como en la relación Rb vs Sr, en especial con los datos convertidos a log10 (fig. 3). Esto último es lo que se esperaría teniendo en cuenta que el fin definitivo de esta transformación es visualizar de una mejor manera las distintas agrupaciones composicionales que hay dentro del conjunto de muestras analizadas. Posterior a este primer acercamiento a los datos, se procedió a detectar los valores atípicos o outliers, que se mostraron como casos raros y aislados luego de realizar un análisis de conglomerados jerárquico preliminar. Fueron cuatro muestras que se detectaron como atípicas por lo que su composición química se considera singular. Removidos estos datos "anómalos" se procedió a realizar el análisis de componentes principales (ACP) utilizando el software PAST y usando el conjunto de datos restante. Los dos primeros componentes principales de este análisis explican el 87.9% de la varianza total. Como se observa en la Figura 6, se ve claramente una gran separación de los datos entre las muestras provenientes de la zona oeste del volcán de Tequila y las provenientes de la zona norte y este del volcán. Una posible interpretación de estas dos concentraciones es que la región derecha del gráfico estaría representando la "*firma*" química composicional de la zona oeste del Volcán de Tequila, mientras que el lado derecho del gráfico mostraría la "*firma*" de la región norte y este del volcán (Sandoval, 2019).

Posterior a la realización del ACP se procedió a efectuar un análisis clúster o de conglomerados utilizando como variables los coeficientes de los tres primeros componentes principales determinados en el ACP. La separación más clara que se observa es en dos grupos grandes los cuales se corresponden en gran medida con la separación observada en el ACP por región de procedencia de las muestras. Se optó por una distancia euclidiana al cuadrado por ser la más usada en este tipo de análisis, así como el método de agrupamiento de Ward. Este método genera que en cada etapa de agrupamiento se unan los dos clústeres para los cuales exista el menor incremento en el valor total de la suma de los cuadrados de las diferencias (Carlson, 2017: 334-336). Es decir, une los casos buscando minimizar la varianza dentro de cada grupo. En la práctica es uno de los métodos más empleados, ya que posee casi todas las ventajas del método promedio y suele ser más discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación (Baxter, 1994; Drennan, 2009).

Posterior a este primer acercamiento, a través de un análisis clúster jerárquico, se procedió a realizar un análisis de k-means usando los coeficientes de los tres primeros componentes principales resultantes del ACP para así determinar el número óptimo de grupos composicionales estadísticamente confiables. En este caso, dos grupos

composicionales produjeron la mayor cohesión dentro del grupo y la mejor separación entre grupos. Hay una cantidad sobresaliente de literatura que trata el tema de cómo determinar cuántos grupos deben ser usados para un análisis de conglomerados (Charrad et al., 2014; Kaufman & Rousseeuw, 2005; Krzanowski & Lai, 1988; Milligan & Cooper, 1985; Theodoridis & Koutroumbas, 2009; Tibshirani et al., 2001; Whallon, 1984). Dentro de las herramientas estadísticas del software R, la función *NbClust* en el paquete *NbClust* proporciona índices de 30 métodos diferentes cada uno de los cuales determina el número óptimo de agrupamientos en un conjunto de datos (Charrad et al., 2014). Por defecto, *NbClust ( )* calcula 26 de los 30 (los otros cuatro son computacionalmente intensivos). Aplicando este paquete a los valores de los tres primeros coeficientes principales se observa que el número óptimo de clústeres es dos, avalado por 12 de los 26 índices que computa el programa.

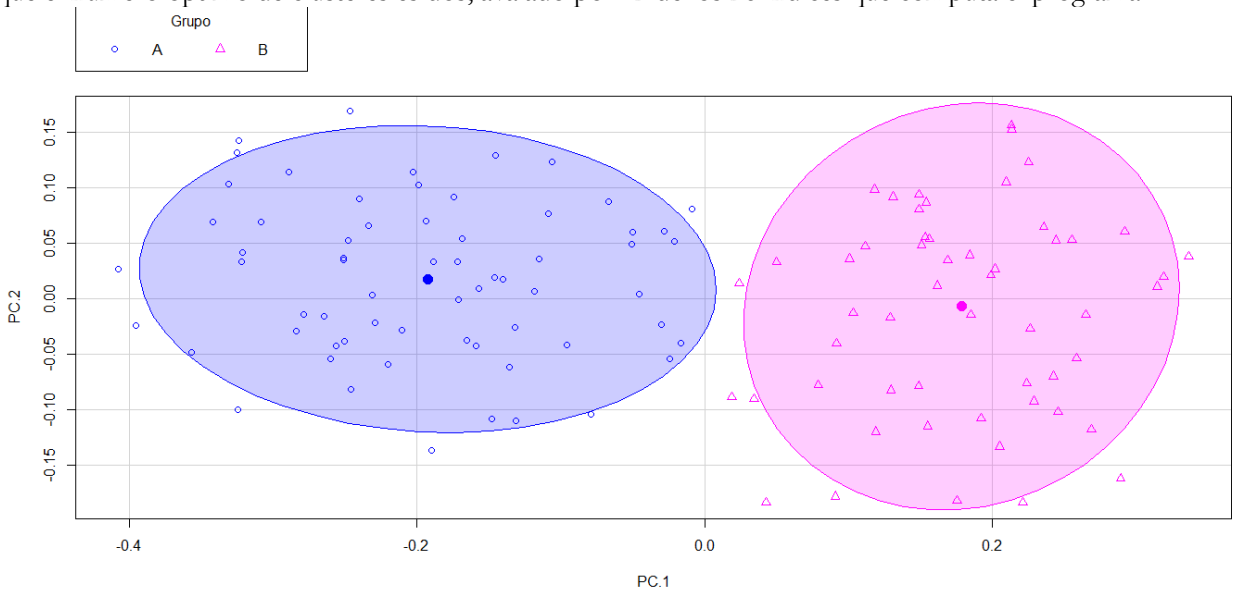



**Figura 4**. Representación de los dos primeros componentes principales mostrando los dos grupos composicionales determinados. Las elipses muestran un nivel de confianza del 90%.

Por otro lado, los mismos 4 elementos traza usados para el ACP se emplearon luego para el análisis discriminante, con los elementos traza como variables independientes y los 2 grupos de clústeres *k-means* derivados del ACP como la variable dependiente. Los resultados del AD indican que el 96.6% de los fragmentos cerámicos se asignaron a los mismos grupos composicionales tanto para el AD como para el ACP. Esta consistencia de la asignación de grupos entre dos métodos de análisis diferentes promueve la confianza en los grupos de composición resultantes. La Figura 4 y la Figura 5 muestran los dos grupos composicionales elementales distintos que resultaron de los análisis múltiples mencionados.

Luego de determinar los grupos composicionales estadísticamente confiables, se procedió a graficar los datos discriminando por región de hallazgo (Norte, Este y Oeste del volcán de Tequila) y tipo cerámico (HP, HB, TI, AR) con el fin de identificar los potenciales fragmentos que podrían haber participado de un intercambio regional. En la Figura 6 y la Figura 7 muestran claramente que la mayor parte de las muestras recolectadas en la zona Oeste se corresponden con el grupo composicional B, mientras que las muestras provenientes de las zonas Norte y Este se concentran en su mayoría en el grupo composicional A. Teniendo en cuenta esta asociación, también es claro cuáles muestras serían las susceptibles de haber participado de algún tipo de intercambio.

### *4.1. Infiriendo el intercambio*

Los resultados obtenidos en el análisis de FRX indican que hay diferencias significativas en la composición elemental de los 122 fragmentos analizados de los valles de Tequila. La aplicación del postulado de procedencia (Glascock et al., 2004; Neff, 2000; Weigand et al., 1977), supone que si la variación en la composición dentro de un grupo es menor que la variación en la composición entre dos grupos, entonces esos dos grupos pueden considerarse separados. La extrapolación de este supuesto es la idea de que estos grupos separados corresponden a diferentes fuentes de arcilla que se están explotando para la fabricación de cerámica y/o a diferentes centros de producción.

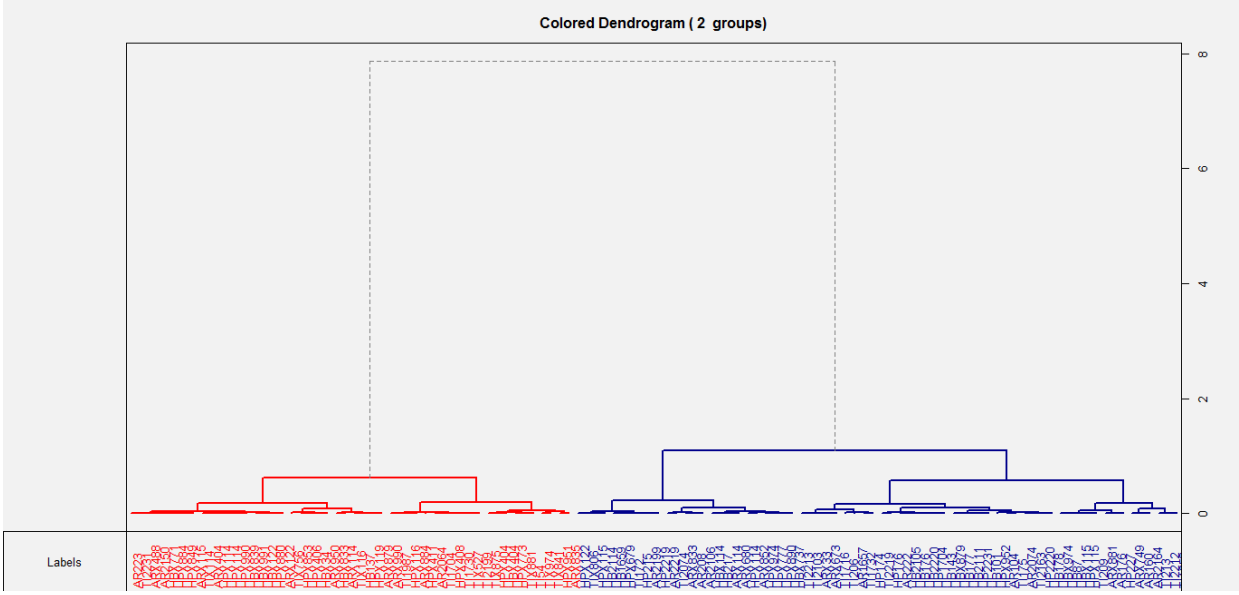



**Figura 5**. Dendrograma obtenido al realizar el análisis clúster usando una distancia euclidiana al cuadrado y el método Ward de agrupamiento. Las variables usadas fueron los coeficientes de los tres primeros componentes principales obtenidos en el ACP.

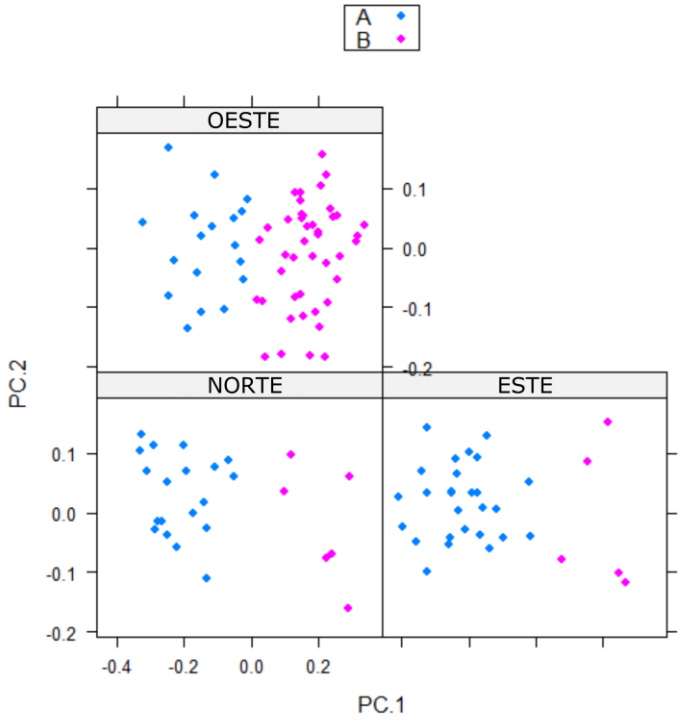



**Figura 6.** Los dos grupos composicionales discriminados por zona

Asimismo, se puede afirmar que la composición química de las muestras señala patrones diferenciales entre la zona occidente y las zonas norte y este del volcán de Tequila. Si bien no se contó con muestras de arcilla sistemáticamente recolectadas para contrastar los datos obtenidos de la cerámica, la variabilidad tanto química como espacial de estas "firmas" químicas por si sola nos habla de una gran diversidad en cuanto a centros de producción y zonas de abastecimiento de materias primas. Incluso contando con muestras de arcilla, sería poco probable que se encontrara la fuente exacta utilizada por los antiguos alfareros, esto sin tener en cuenta la variabilidad elemental dentro de cada fuente de arcilla y la utilización de varias fuentes simultáneamente (Sandoval, 2019).

El análisis químico efectuado sobre el registro cerámico ha proporcionado interesantes datos relacionados al origen de los artefactos. Por un lado, se ha podido determinar que unas cuantas piezas presentan una composi-

ción química peculiar y sólo han podido ser consideradas como individuos composicionalmente aislados y singulares (outliers). Por otro lado, se ha podido comprobar que los individuos químicamente más similares no están limitados a sitios específicos, sino a regiones, lo que lleva a pensar en el posible flujo de materiales en redes de intercambio a escala intrarregional. Con respecto a este último punto se observan claras tendencias en cuanto a las áreas que están evidenciando este intercambio.

De acuerdo a la división (fig. 7), las áreas denominadas MAG y ARE no muestran ninguna muestra foránea en cuanto al tipo Huistla Policromo y un porcentaje inferior al 20% en cuanto a muestras Huistla Bicromo. El sector TEU no evidencia muestras foráneas del tipo Huistla Bicromo y sólo un 25% en cuanto al tipo Huistla Policromo. La zona Occidental del volcán presenta porcentajes mayores en cuanto a muestras foráneas de estos dos tipos cerámicos, siendo el área de EZT N en el caso del Huistla Bicromo la única que no presenta muestras del grupo composicional A. En cuanto a las Tabletas Incisas, la cantidad de muestras foráneas es superior para las áreas MAG al Norte y ARE en lo que respecta a la zona Este y el área de ETZ S para la zona occidente. El resto de áreas aparece con muestras de este tipo del grupo composicional local. Para el tipo Atemajac Rojo, el porcentaje de muestras foráneas varía entre un 20 y 50%. Aquí, solamente las áreas de SJE en el occidente y ARE en el este no presentan muestras foráneas de este tipo cerámico.

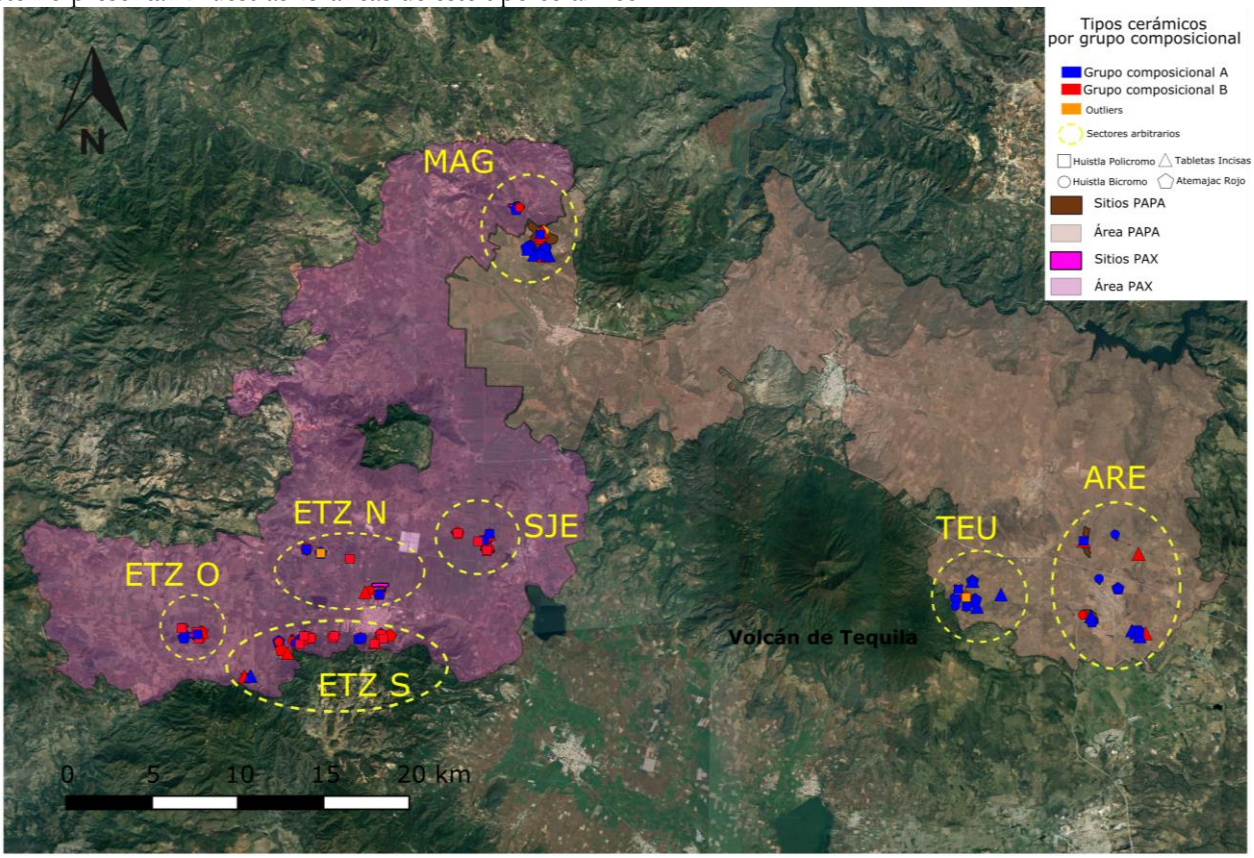



**Figura 7**. División en sectores arbitrarios de las zonas norte, oeste y este del Volcán de Tequila mostrando la distribución de cada tipo cerámico discriminados por grupo composicional.

## 5. CONCLUSIONES

Los grupos composicionales determinados, "A" y "B", a través del análisis de FRX están compuestos por fragmentos de todas las designaciones de tipo, así como provenientes de múltiples sitios. El no tener conjuntos claramente separados, dentro de cada uno de los grupos A y B, puede indicar que los diferentes talleres alfareros utilizaron materias primas similares limitados a cada zona (occidente por un lado y norte-este por el otro), así como una base de materia prima homogénea (Sandoval, 2019). Con un mayor muestreo, estos grupos podrían refinarse aún más. La mezcla de cerámica con firmas compositivas divergentes encontradas entremezcladas en cada medio discreto (sitio) sugiere que las unidades domésticas consumieron cerámica de varias fuentes diferentes. A pesar de su apariencia similar y uniformidad moderada, no toda la cerámica se habría generado en el mismo taller ni siquiera en la misma zona geográfica de los valles de Tequila. Los análisis de uso básico que emplean distinciones de nivel de tipo o forma (o una combinación de las dos) no discriminarán satisfactoriamente los

productos de diferentes áreas geográficas y son inadecuados para trazar patrones de intercambio intra o interregional (Sandoval, 2019).

En cuanto a las diferencias de composición química de las pastas cerámicas entre los diferentes tipos muestreados se puede observar que no hay diferencias significativas, es decir, los grupos químicos no están compuestos por un predominio de cerámica de algún tipo (Huistla o Atemajac, por ejemplo, de diferentes procedencias) sino que en general se observan valores muy similares entre los cuatro diferentes tipos. Aunque cabe aclarar que cuando se observa aisladamente cada tipo en el diagrama de componentes principales si se percibe cierto grado de homogeneidad química en algunos de ellos: los Huistlas y Tabletas Incisas en los sectores norte y este del volcán de Tequila y los Huistlas bicromos en el sector occidental del volcán. Estos patrones sugieren que las zonas norte y este del volcán de Tequila recibirían menos cerámica foránea en comparación a la que albergaría la zona occidental.

Si bien las distribuciones de pastas cerámicas, de los dos grupos composicionales determinados, parecen reflejar la interacción y sugieren el intercambio, es necesario considerar situaciones alternativas que también generen diferencias químicas con patrones similares. Estas incluyen: 1) heterogeneidad química interna de los recursos arcillosos locales; 2) la explotación de más de una zona de materias primas por los alfareros en un sitio y 3) diferencias temporales entre los sitios o muestras en este análisis. Esta última situación daría cuenta de los recursos de arcilla en particular que se explotan en diferentes momentos. Las alternativas 1 y 2 no pueden evaluarse adecuadamente en este momento debido a la falta de datos apropiados ya que no se dispone de información sobre la homogeneidad química o heterogeneidad de las arcillas en el área y tampoco es viable en este momento establecer si varias comunidades estaban explotando los mismos recursos de arcilla. No se puede determinar la posibilidad de que un sitio no incluido en este estudio haya estado intercambiando cerámicas con estos otros sitios. La selección cuidadosa de la muestra y los sitios escogidos, sumado a la coexistencia generalizada de los cuatro tipos cerámicos sugieren que las diferencias temporales planteadas en la alternativa tres son difíciles de abordar con la información recabada hasta el momento en el área. Por lo tanto, se sugiere que el intercambio se mantenga como la explicación más plausible hasta el momento.

Según los datos obtenidos es claro que los tipos Huistla y Tabletas Incisas hallados en la región norte y este del volcán de Tequila presentan una homogeneidad química mayor que la presente en los mismos tipos recuperados del sector occidental del volcán. Sin embargo, no parece haber gran diferencia química entre los diferentes tipos por área. También es clara la tendencia a tener muestras diferentes al grupo local para ciertos tipos por área: al norte y este del volcán las Tabletas Incisas y el Atemajac Rojo; para el occidente los tipos Huistlas y Atemajac Rojo.

### *5.1. La cerámica como producto de mercado*

En cuanto a la posibilidad de que la cerámica objeto de intercambio se hubiera movido a través del mercado, se esperaría que el conjunto artefactual cerámico manifestara la presencia de muestras producidas a partir de diversas fuentes dentro de los conjuntos cerámicos en cada sitio, lo que llevaría a tener firmas químicas diversas. Si bien el número de firmas químicas fue discreto, las muestras objeto de intercambio se localizaron en sitios de todos los tamaños y asociadas a casi todos los contextos (Sandoval, 2019: 129-134). Asimismo es notorio a nivel regional que la gama de formas y estilos producidos es redundante en todas los sitios muestreados y aplica en general para toda el área de los Valles de Tequila para el período Posclásico (Heredia Espinoza, 2016, 2017; Heredia Espinoza et al., 2018). Esta redundancia de tipos, realizada a partir de diferentes fuentes sería de naturaleza competitiva, siendo éste uno de los indicadores de la posible presencia de mercados (Goodfellow, 1990: 108; Stark & Garraty, 2010: 43). Los centros de bajos recursos proporcionarían artículos básicos de subsistencia y de uso doméstico de costo unitario relativamente bajo. Ya que estos bienes están ampliamente disponibles no suelen ser transportados grandes distancias al mercado ni distribuidos lejos de los centros de mercado, lo que resulta en una zona de servicio relativamente pequeña (Minc, 2006). Por el contrario, los centros de orden superior reciben además materias primas que requieren mayor inversión de mano de obra o de energía, con un costo unitario correspondientemente mayor y una menor demanda. Estas mercancías viajan a mayores distancias de los productores hasta el punto de redistribución en el centro del mercado y atraen a los consumidores de un área más amplia (Minc, 2006). Este último patrón podría correlacionarse con la heterogeneidad química de los tipos Huistlas recuperados en la zona occidente, los cuales son los tipos foráneos más abundantes. De la misma manera para la zona oriental, donde el tipo foráneo más numeroso son las Tabletas Incisas.

Si bien la evidencia con la que se cuenta hasta la fecha sólo incluye inventarios cerámicos recuperados en superficie, resulta llamativo el hecho de que las muestras que fueron claramente objeto de intercambio no se limitasen a cierto tipo de tamaño de sitios o a contextos específicos, en especial para la zona occidente. Esto podría ser

un indicador de que la cerámica estaría siendo distribuida entre diferente tipo de unidades de vivienda, independiente de su tamaño o riqueza, es decir la cerámica objeto de intercambio estaría siendo adquirida por todos los estratos sociales. Este tipo de patrón de distribución se explica de la mejor manera a través del intercambio de mercado (Hirth, 1998: 49). Asimismo, los datos composicionales hacen pensar que ningún taller habría sido organizado como un lugar dedicado a la producción exclusiva de un tipo de cerámica distinto no producido por otro. Si bien pueden haber existido talleres más grandes o más especializados, con lo datos que se tienen no hay evidencia sólida que apoye esta posibilidad.

En este punto es importante resaltar que el porcentaje superior de cerámica foránea encontrado en la zona occidente, junto con el mayor grado de heterogeneidad química de las muestras halladas en esta zona, lleva a pensar en una organización económica distinta para esta región en comparación con las zonas norte y este. La evidencia expuesta en este trabajo sirve para postular al área de Etzatlán como un posible centro al cual llegó material cerámico de diferentes zonas. Los dos grupos composicionales se ven bien representados en esta área, así como los cuatro tipos cerámicos. En la tipología de intercambio sugerida por Fry (1979: 497), esta distribución sería coherente con algún tipo de sistema de comercialización, con Etzatlán como un lugar importante para esta distribución. Sin embargo, la imposibilidad de determinar un mayor número de grupos composicionales dentro de los dos conjuntos estadísticamente determinados, hace que considerar esta opción sólo se maneje como algo a testear en futuros trabajos composicionales o petrográficos en el área. Asimismo, es importante resaltar que el sector sur de Etzatlán es el único que posee muestras foráneas de todos los tipos, coincidiendo en parte con la población histórica de Etzatlán, lo que da pie a considerar a este sector como de una importancia particular en cuanto a la comercialización durante el período Posclásico (Sandoval, 2019).

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Verenice Heredia y al Dr. Christopher Beekman por permitirme acceder al material cerámico de los proyectos PAPA y PAX el cual fue analizado para la presente investigación, así como su valioso apoyo académico durante la realización de mi tesis de Maestría en Arqueología de El Colegio de Michoacán de la cual deriva este artículo. Debo agradecer a su vez al Dr. José Luis Ruvalcaba del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme acceder al equipo que se empleó para los análisis de FRX (SANDRA: Sistema de Análisis No Destructivo por Rayos X). Igualmente, mi agradecimiento al Dr. Alejandro Mitrani del LANCIC, por su soporte técnico en las mediciones de FRX y en la interpretación de los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

Albero, D. J. (2011). *Caracterización tecnológica, social y adaptación funcional de cerámicas prehistóricas en el oeste y sureste de Mallorca (1700-50 BC)*. Tesis de Doctorado. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada.

Artioli, G. (2010). *Scientific methods and cultural heritage*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199548262.001.0001

Baxter, M. J. (1994). *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh University Press.

Baxter, M. J. (2003). *Statistics in Archaeology*. Arnold.

Baxter, M. J. (2008). Mathematics, Statistics and Archaeometry: The Past 50 Years or So. *Archaeometry*, *50*(6), 968–982.

Baxter, M. J., & Buck, C. E. (2000). Data Handling and Statistical Analysis. En E. Ciliberto & G. Spoto (Eds.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology* (pp. 681-746). Jhon Wiley & Sons Inc.

Beekman, C. S., & Weigand: C. (2000). *La cerámica arqueológica de la tradición Teuchitlán, Jalisco. Tipología, Análisis petrográfico y cronología*. El Colegio de Michoacán-Secretaría de Cultura de Jalisco.

Bishop, R. L., & Rands, R. L. (1982). Maya Fine Paste Ceramics: A compositional Perspective. En J. A. Sabloff (Ed.), *Analysis of Fine Paste Ceramics* (pp. 283-314). Harvard University.

Blomster, J. P., Neff, H., & Glascock, M. D. (2005). Olmec pottery production and Export in ancient Mexico determined through elemental analysis. *Science*, *307*, 1068-1072.

Burton, J. H., & Simon, A. W. (1996). A Pot is Not a Rock: A Reply to Neff, Glascock, Bishop, and Blackman.

*American Antiquity*, *61*(2), 405-413.

Carlson, D. L. (2017). *Quantitative Methods in Archaeology Using R*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781139628730

Charlton, T. H., Otis Charlton, C. L., Nichols, D. L., & Neff, H. (2007). Aztec Otumba, AD 1200-1600: Patterns of the Production, Distribution, and Consumption of Ceramic Products. En C. A. Pool & G. J. Bey III (Eds.), *Pottery Economics in Mesoamerica* (pp. 237-266). The University of Arizona Press.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2014). NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. *Journal of Statistical Software*, *61*(6), 1-36. https://doi.org/10.18637/jss.v061.i06

De Coria, D. (1937). Nuño de Guzmán contra Hernán Cortés, sobre los descubrimientos y conquistas en Jalisco y Pepic. *Boletín del Archivo General de la Nación*, *8*(4), 556-572.

Deutchman, H. L. (1980). Chemical Evidence of Ceramic Exchange on Black Mesa. En R. E. Fry (Ed.), *Models and Methods in Regional Exchange* (pp. 119-133). Society for American Archaeology.

Dillian, C. D., & White, C. L. (Eds.). (2010). *Trade and Exchange. Archaeological Studies from History and Prehistory*. Springer.

Donais, M. K., & George, D. B. (2018). *X-Ray Fluorescence Spectrometry and Its Applications to Archaeology*. Momentum Press. https://www.oreilly.com/library/view/x-ray-fluorescence-spectrometry/9781944749309/

Drennan, R. D. (2009). *Statistics for archaeologists: a commonsense approach*. Springer.

Esparza, R. (2011). Valor y Patrimonio: La Explotación Actual de la Obsidiana y la Protección de las Minas Prehispánicas en la Región Valles de Jalisco. En E. Williams & P. C. Weigand (Eds.), *Patrones de Asentamiento y Actividades de Subsistencia en el Occidente de Mexico: Reconocimiento a la Doctora Helen P. Pollard* (pp. 313–328). El Colegio de Michoacán.

Feinman, G. M., Banker, S. J., Cooper, R. F., Cook, G. B., & Nicholas, L. M. (1989). A Technological Perspective on Changes in the Ancient Oaxacan Greyware Ceramic Tradition: Preliminary Results. *Journal of Field Archaeology*, *16*, 331-344.

Feinman, G. M., Kowalewski, S. A., Banker, S. J., & Nicholas, L. M. (1992). Ceramic Production and Distribution in Late Postclassic Oaxaca: Stylistic and Petrographic Perspectives. En G. Bey III & C. A. Pool (Eds.), *Ceramic Production and Distribution: An Integrated Approach* (pp. 235-259). Westview Press.

Forster, N., Grave: , Vickery, N., & Kealhofer, L. (2011). Non-destructive analysis using PXRF: Methodology and application to archaeological ceramics. *X-Ray Spectrometry*, *40*(5), 389-398. https://doi.org/10.1002/xrs.1360

Fry, R. E. (1979). The Economics of Pottery at Tikal, Guatemala: Models of Exchange for Serving Vessels. *American Antiquity*, *44*(3), 494-512.

Galván, J. (1991). *Las tumbas de tiro del Valle de Atemajac*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Glascock, M. D. (1992). Characterization of archaeological ceramics at MURR by neutron activation analysis and multivariate statistics. En H. Neff (Ed.), *Chemical characterization of ceramic pastes in Archaeology* (pp. 11-26). Prehistory Press.

Glascock, M. D. (2011). Comparison and contrast between XRF and NAA: used for characterization of obsidian sources in central Mexico. En M. S. Shackley (Ed.), *X-ray fluorescence spectrometry (XRF) in geoarchaeology* (pp. 161-192). Springer.

Glascock, M. D., Neff, H., & K.J, V. (2004). Instrumental Neutron Activation Analysis and Multivariate Statistics for Pottery Provenance. *Hyperfine Interactions*, *154*, 95-105. https://doi.org/10.1023/B:HYPE.0000032025.37390.41

Glassow, M. A. (1967). The Ceramics of Huistla, a West Mexican site in the municipality of Etzatlán, Jalisco. *American Antiquity*, *32*(1), 64-83.

Goodfellow, S. T. (1990). *Late Postclassic Period Economic Systems in Western Morelos, Mexico: A study of ceramic production, distribution and exchange* (T. de Doctorado (Ed.)). Universityt of Pittsburgh.

Hall, M. (2017). X-Ray Fluorescence-Energy Dispersive (ED-XRF) and Wavelength Dispersive (WD-XRF) Spectrometry. En A. Hunt (Ed.), *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis* (pp. 342-362). Oxford University Press.

Heredia Espinoza, V. (2016). Complexity without Centralization: Corporate Power in Postclassic Jalisco. En L. F. Fargher & V. Heredia Espinoza (Eds.), *Alternative Pathways to Complexity* (pp. 79-103). University Press of Colorado.

Heredia Espinoza, V. (2017). Long-Term Regional Landscape Change in the Northern Tequila Region of Jalisco , Mexico. *Journal of Field Archaeology*, *42*(4), 298-311. https://doi.org/10.1080/00934690.2017.1338510

Heredia Espinoza, V., Beekman, C. S., & Anderson, K. (2018). *Proyecto Arqueológico en la Cuenca de la ex–Laguna de Magdalena, Jalisco (PAX). Informe final presentado al Consejo de Arqueología.*

Heredia Espinoza, V., & Martínez Rojo, I. (2010). *El paisaje agavero y su entorno arqueológico en la zona norte del volcán de tequila. Informe técnico final.*

Heredia Espinoza, V., & Martínez Rojo, I. (2012). *Integración politica y evolución sociocultural en la cuenca de Magadalena, Jalisco.*

Herrera, S. R., Neff, H., Glascock, M. D., & Elam, M. J. (1999). Ceramic Patterns, Social Interaction, and the Olmec: Neutron Activation Analysis of Early Formative Pottery in the Oaxaca Highlands of Mexico. *Journal of Archaeological Science*, *26*(8), 967-987. https://doi.org/10.1006/JASC.1999.0433

Hirth, K. G. (1998). La identificación de mercados en contextos arqueológicos: una perspectiva sobre el consumo doméstico. En E. Childs Rattray (Ed.), *Rutas de Intercambio en Mesoamérica. III Coloquio Pedro Bosch Gimpera* (pp. 41-54). Universidad Nacional Autónoma de México.

Kaufman, L., & Rousseeuw: J. (2005). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*. Wiley. https://www.wiley.com/en-us/Finding+Groups+in+Data%3A+An+Introduction+to+Cluster+Analysis-p-9780471735786

Krzanowski, W. J., & Lai, Y. T. (1988). A Criterion for Determining the Number of Groups in a Data Set Using Sum-of-Squares Clustering. *Biometrics*, *44*(1), 23-34. https://doi.org/10.2307/2531893

Lahanier, C. ., Preusser, F. ., & Van, Z. (1986). Study and conservation of museum objects: Use of classical analytical techniques. *Nuclear Instrum Methods Physics B*, *14*, 1-9.

Liritzis, I., & Zacharias, N. (2011). Portable XRF of archaeological artefacts: current research, protocols and limitations. En M. S. Shackley (Ed.), *Archaeological obsidian studies: method and theory* (pp. 109-142). Plenum Press.

Meyer, M., Daszkiewicz, M., Schneider, G., Reinhard, B., Heeb, B. S., Hegewisch, M., Kohlmeyer, K., Näser, C., Polla, S., Schultze, E., Schweigart, F., & Warburton, D. A. (2016). Economic Space. On the Analysis and Interpretation of Pottery Production and Distribution. En G. GraBhoff & M. Meyer (Eds.), *Space and Knowledge. Topoi Research Group Articles* (Vol. 6: 190-219). Topoi.

Milligan, G. W., & Cooper, M. C. (1985). An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set. *Psychometrika*, *50*(2), 159-179. https://doi.org/10.1007/BF02294245

Minc, L. D. (2006). Monitoring Regional Market Systems in Prehistory: Models, Methods, and Metrics. *Journal of Anthropological Archaeology*, *20*, 343-374.

Nance, R. C., De Leeuw, J., Weigand: C., Prado, K., & Verity, D. S. (2013). *Correspondence Analysis and West Mexico Archaeology*. University of New Mexico Press.

Neff, H. (1992). *Chemical characterization of ceramic pastes in archaeology*. Prehistory Press.

Neff, H. (1993). Theory, Sampling, and Analytical Techniques in the Archaeological Study of Prehistoric Ceramics. *American Antiquity*, *58*(1), 23-44. http://www.jstor.org/stable/281452

Neff, H. (2000). Neutron activation analysis for provenance determination in archaeology. En E. Ciliberto & G.

Spoto (Eds.), *Modern Methods in Art and Archaeology* (pp. 81–134). Wiley.

Neff, H., Blomster, J., Glascock, M. D., Bishop, R. L., Blackman, J., Coe, M. D., Cowgill, G. L., Cyphers, A., Diehl, R. A., Houston, S., Joyce, A. A., Lipo, C. P., & Winter, M. (2006). Smokescreens in the Provenance Investigation of Early Formative Mesoamerican Ceramics. *Latin American Antiquity*, *17*(1), 104-118.

Neff, H., & Bove, F. J. (1999). Mapping Ceramic Compositional Variation and Prehistoric Interaction in Pacific Coastal Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, *26*(8), 1037-1051. https://doi.org/10.1006/JASC.1999.0422

Neff, H., Bove, F. J., Robinson, E. J., & Arroyo L., B. (1994). A Ceramic Compositional Perspective on the Formative to Classic Transition in Southern Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, *5*(04), 333-358. https://doi.org/10.2307/971821

Nostrom, R. (2014). *Portable X-ray Fluorescence Analysis of Pottery at the Bayshore Homes Site in Pinellas County, Florida* [University of South Florida]. http://scholarcommons.usf.edu/etd/5285

Papachristodoulou, C., Oikonomou, A., Kostas, I., & Gravani, K. (2006). A study of ancient pottery by means X-ray fluorescence spectroscopy, multivariate statistics and mineralogical analysis. *Analytica Chimica Acta*, *573-574*, 347-353.

Price, D. T., & Burton, J. H. (2011). *An Introduction to archaeological chemistry*. Springer.

Rice: M. (2015). *Pottery analysis: a sourcebook* (Second). The University of Chicago Press.

Ruvalcaba Sil, J. L., Ramírez Miranda, D., Aguilar Melo, V., & Picazo, F. (2010). SANDRA: a portable XRF system for the study of Mexican cultural heritage. *X-Ray Spectrometry*, *39*(5), 338-345. https://doi.org/10.1002/xrs.1257

Sandoval, J. A. (2019). *La Cerámica como Producto de Intercambio en los Valles de Tequila durante el Período Posclásico (900-1600 d.C.)*. Tesis para optar por el título de Maestro en Arqueología. Centro de Estudios Arqueológicos. El Colegio de Michoacán A.C.

Shackley, M. S. (2011a). An introduction to X-ray fluorescence (XRF) analysis in archaeology. En *X-ray fluorescence spectrometry (XRF) in geoarchaeology* (pp. 7-44). Springer.

Shackley, M. S. (Ed.). (2011b). *X-ray fluorescence spectrometry (XRF) in geoarchaeology*. Springer.

Shackley, M. S. (2014). X-Ray Fluorescence (XRF): Applications in Archaeology. En C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of global archaeology* (pp. 7933-7938). Springer Reference.

Shennan, S. (1997). *Quantifying Archaeology*. Edinburgh University Press.

Speakman, R. J., Little, N. C., Creel, D., Miller, M. R., & Iñañez, J. G. (2011). Sourcing ceramics with portable XRF spectrometers ? A comparison with INAA using Mimbres pottery from the American Southwest. *Journal of Archaeological Science*, *38*, 3483-3496. https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.08.011

Stark, B. L., & Garraty, C. P. (2010). Detecting Marketplace Exchange in Archaeology: A Methodological Review. En C. P. Garraty & B. L. Stark (Eds.), *Archaeological Approaches to Market Exchange in Pre-Capitalist Societies* (p. 33). University Press of Colorado.

Theodoridis, S., & Koutroumbas, K. (2009). *Pattern recognition*. Academic Press.

Tibshirani, R., Walther, G., & Hastie, T. (2001). Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. *Journal of Royal Statistical Society*, *63*, 411-423. https://doi.org/10.1111/1467-9868.00293

Tsantini, E. (2007). *Estudi de la producció i la distribució d'ánfores ibériques en el NE peninsular a través de la seva caracterització arqueométrica*. Universitat de Barcelona.

Türkmen, I. R. (2003). *Chemical Characterization and Provenance studies of archaeological samples*. Bilkent University.

Tykot, R. H. (2016). Using Nondestructive Portable X-ray Fluorescence Spectrometers on Stone , Ceramics , Metals , and Other Materials in Museums : Advantages and Limitations. *Applied Spectroscopy*, *70*(1), 42-56. https://doi.org/10.1177/0003702815616745

Tykot, R. H., Craig, A., Brown, K., Freund, K., Sarah, M., Mckendry, E., Moore, A., Pirone, F., Podrug, E.,

Tanasi, D., Teoh, M., van Leusen, M., Vianello, A., & Woodruff: (2015). Pre- and Protohistoric Pottery Production and Exchange in the Central Mediterranean: The Use of Non-Destructive Portable X-Ray Fluorescence. *AIA Annual Meeting*.

Tykot, R. H., White, N. M., Vernay, J. P. Du, Freeman, J. S., Hays, C. T., Koppe, M., Hunt, C. N., Weinstein, R. A., Woodward, D. S., & Florida, S. (2013). Advantages and Disadvantages of pXRF for Archaeological Ceramic Analysis : Prehistoric Pottery Distribution and Trade in NW Florida. *Archaeological Chemistry VIII. ACS Symposium SEries*, 233-244.

Weigand: C. (2006). La tradición Teuchitlán del occidente de México. En R. Townsend (Ed.), *Perspectivas del antiguo occidente de México. Arte y arqueología de un pasado desconocido* (pp. 38-55). Gobierno de Jalisco.

Weigand: C., & García de Weigand, A. (1996). *Tenamaxtli y Guaxicar: Las raíces profundas de la Rebelión de Nueva Galicia*. El Colegio de Michoacán.

Weigand: C., Harbottle, G., & Sayre, E. V. (1977). Turquoise Sources and Source Analysis: Mesoamerican and the Southwestern U.S.A. En T. Earle & J. E. Ericson (Eds.), *Exchange Systems in Prehistory* (pp. 15-34). Academic Press.

Whallon, R. (1984). Unconstrained Clustering for the Analysis of Spatial Distributions in Archaeology. En H. J. Hietala (Ed.), *Intrasite Spatial Analysis in Archaeology* (pp. 242-277). Cambridge University Press.

# LA ENERGÍA NUCLEAR AL SERVICIO DEL ESTUDIO DEL PATRIMONIO CULTURAL

**María Dolores Tenorio Castilleros***

**RESUMEN**

Pocos países que cuentan con un legado cultural tan extenso, como el que posee México. La cultura la creamos cotidianamente. Está en la manera en que nos expresamos y la forma particular en que vivimos. También la vemos en todo aquello con lo que nos identificamos.
Nuestro conocimiento se va enriqueciendo a medida que conocemos más de la cultura, que heredamos de nuestros antepasados. Por lo que es necesario: investigar, difundir y preservar el patrimonio cultural, ya que es parte fundamental de nuestro ser como nación.
La aportación de diversas disciplinas de la ciencia al estudio de material arqueológico, ha permitido avances en el conocimiento y reconstrucción de las civilizaciones antiguas. Desde 1997 se ha realizado en el Centro Nuclear de México una serie de investigaciones, tendientes a aportar datos relacionados con nuestro patrimonio cultural.
El ININ tiene una infraestructura adecuada para apoyar aquellos proyectos de carácter regional, en los que participan investigadores de universidades estatales y especialistas en diversas ramas de las ciencias, para tener así una visión integral que incluya datos desde el mundo prehispánico hasta el momento actual con resultados fructíferos.
Técnicas nucleares y convencionales se han aplicado, en el estudio de obsidianas, cerámicas, metales prehispánicos, así como se han estudiado huellas de uso en artefactos de obsidiana y estudios de pinturas al óleo. Se ha utilizado también la radiación gamma para la preservación de documentos históricos.

***Palabras clave: PIXE, AXA, SEM, DRX, Cerámicas, Obsidianas, Metales.***

**ABSTRACT**

There are few countries that have such an extensive cultural legacy, as the one that Mexico has. We create culture on a daily basis. It is in the way we express ourselves and the particular way we live. We also see it in everything with which we identify.
Our knowledge is enriched as we learn more about the culture that we inherited from our ancestors. For that is necessary: to investigate, disseminate and preserve cultural heritage, since it is a fundamental part of our being as a nation. The contribution of various disciplines of science to the study of cultural heritage materials, has allowed great advances in the knowledge and reconstruction of ancient civilizations. Since 1997, a series of investigations have been carried out at the Nuclear Center of Mexico, aimed at providing data related to our cultural heritage.
The ININ has an adequate infrastructure to support those projects of a regional nature, in which researchers from state universities and specialists in various branches of science has participated, in order to have a comprehensive vision that includes data from the pre-Hispanic world to the present moment with results fruitful.
Nuclear and conventional techniques have been applied in the study of obsidian, ceramics, pre-Hispanic metals,
as well as use wears in obsidian artifacts and studies of canvas paintings. Gamma radiation has been used also for the preservation of historical documents.

***KEYWORDS: PIXE, NAA, SEM, XRD, Ceramics, Obsidians, Metals.***

* Departamento de Química. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, Estado de México, C. P. 52750, México. Email: dolores.tenorio@inin.gob.mx, http://orcid.org/0000-0001-7742-2437

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es presentar las algunas técnicas nucleares y convencionales aplicadas al estudio de materiales del patrimonio Cultural. Una de estas técnicas es PIXE (Proton Induced X-ray Emission). En los años setenta Gordon y Kraner (1972), demostraron que la emisión de rayos X inducida por iones acelerados podría ser utilizado con propositos analíticos. Posteriormente Johansson et al. (1976). Llevaron a cabo los primeros experimentos con muestras arqueológicas usando protones como proyectiles. La técnica PIXE presenta ciertas ventajas con respecto a otras técnicas nucleares: presenta una sensibilidad del orden de pico gramos, no es una técnica destructiva, los materiales arqueológicos no quedan radiactivos al finalizar el experimento. El tamaño de la muestra a analizar no es un factor restrictivo. Para el análisis de materiales con la técnica PIXE es necesario tener un acelerador de partículas. En el Centro Nuclear de México, se cuenta con un acelerador Tandem Van de Graaff. En el ININ se han llevado a cabo análisis de las siguientes piezas arqueológicas: obsidianas, piezas metálicas prehispánicas, análisis de pintura al óleo.

**Figura 1.** Acelerador Tandem Van de Graaff.

## 2. ANÁLISIS DE OBSIDIANAS CON LA TÉCNICA PIXE.

Se analizaron 42 objetos de obsidiana provenientes de los valles de la Sierra Gorda, la cual está situada en el extremo oriente del Estado Querétaro, México. Un importante corredor natural situado en estos valles conecta con la región huasteca (Xilitla) en el occidente con la Cuenca del Río Verde (Arroyo Seco) al norte y con las Ranas y la región de Toluquilla al sur. Estos valles formaban un sitio estratégico que permitía la comunicación entre antiguos asentamientos de los valles de Sierra Gorda, con los de la llanura costera del Golfo y regiones vecinas. Dado semejanzas arquitectónicas entre las regiones costeras y las de Ranas y Toluquilla se sugiere, que un corredor cultural y comercial los interconectaba. De los estudios llevados a cabo a la fecha, se puede inferir que los Valles de la Sierra Gorda fueron un punto clave para la red de intercambio comercial prehispánica.

El análisis de las muestras de obsidiana, procedentes de la sierra Gorda Edo. Querétaro, se llevó a cabo con un microhaz al aire, de protones de 3 MeV y los rayos X emitidos fueron detectados simultáneamente con dos espectrómetros adecuados a esa radiación. Los detalles experimentales se encuentran en la literatura Juárez-Cossío et al. (2009).

Los elementos analizados con PIXE fueron los siguientes: Na, Al, Si, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Zn, Ga, Rb, Sr y Zr. La figura 2 muestra un espectro típico de rayos-x de obsidianas, bombardeadas con protones.

Se identificó que la mayoría de las muestras (71%) provenía de Zacualtipán/Metzquititlán, Hidalgo, el 10% de El Paraíso, Querétaro, 12% de la Sierra de las Navajas, Hidalgo y finalmente, tres muestras (<10%) de Ucareo, Michoacán. Esos porcentajes son muy similares para ambos sitios, Tancama y Purísima, (Cobean et al. 1991)

Este estudio confirmó que la obsidiana de Zacualtipán/Metzquititlán, localizada en la Meseta Central Mexicana era la preferida por los habitantes de la región de la Sierra Gorda. Probablemente porque posee mejores propiedades que las obsidianas regionales. Sin embargo, las obsidianas de Ucareo y la Sierra de Pachuca fueron también apreciadas, aunque no se hayan encontrado hasta ahora en cantidades tan importantes como la que se ha men-

cionado primero. Con respecto a la obsidiana del oriente de Querétaro, por sus características, difícilmente competía con las obsidianas del Eje Neovolcánico y fue posiblemente usada sólo para consumo local.

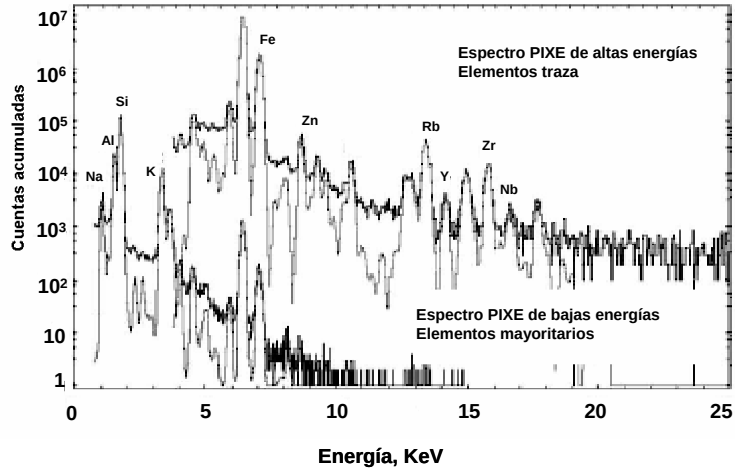



**Figura 2**. Espectro de rayos-X típico de una obsidiana irradiada con protones producidos en un acelerador de partículas.

## 3. OBSIDIANAS PREHISPÁNICAS ANALIZADAS CON LA TÉCNICA DE ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA

El análisis por activación neutrónica consiste en irradiar con neutrones a las muestras arqueológicas, para que los elementos que forman ese mineral se conviertan en elementos radiactivos. En función de los elementos que necesitamos que se conviertan en radiactivos, se calcula el tiempo de irradiación de las muestras con neutrones. Para irradiar esas muestras se necesita un reactor nuclear, que se podría considerar para fines prácticos como una fábrica de neutrones figura 3. Después de haber irradiado las muestras con neutrones, se lleva a cabo el conteo de estas en un detector de germanio hiperpuro acoplado a una cadena electrónica y esta a su vez a una computadora que cuenta con un programa de cómputo "Maestro", en la figura 4 se muestra un espectro de radiación gamma típico de una obsidiana radiactiva.

Con los valores de la composición química de las obsidianas de los siguientes elementos: Sc, Mn, Rb, Sb, Cs, Ba, La, Eu, Dy, Yb, Lu, Th, y U, en μg/g, comparando los con la composición química de los yacimientos de obsidiana reportados en la literatura y un estudio estadístico, se puede conocer los yacimientos de obsidiana, de los cuales provienen artefactos de este material.

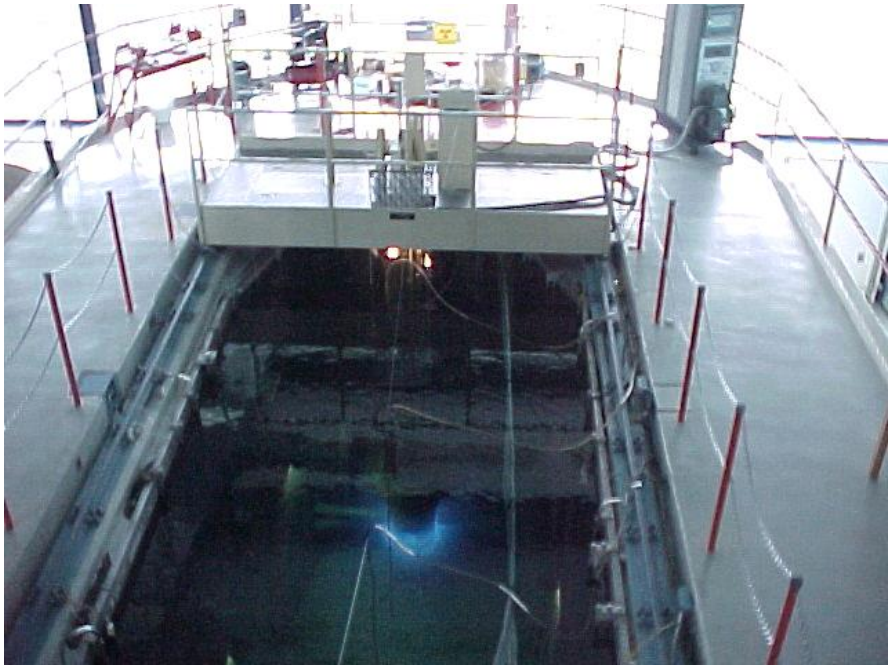


**Figura 3**. El reactor nuclear TRIGA Mark III del Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo" de México.

Un ejemplo de la aplicación de la técnica de análisis por activación neutrónica, es conocer la procedencia de la obsidiana manufacturada tanto Talleres Estatales de Cantona Puebla, México, así como otros asentamientos de su entorno. Cantona está ubicada en una región donde se dio un gran derrame de lava andesítico-basáltica, a la que se ha denominado Malpaís por sus características geomorfológicas; se halla al extremo Oriental del Altiplano Central y al norte-centro de la Cuenca Oriental, al inicio de la vertiente del Golfo y justo a la mitad entre la Cuenca de México y la Costa del Golfo Central.

De ahí se seleccionaron setenta y nueve artefactos de obsidiana para ser analizadas. Estas obsidianas fueron irradiadas en un reactor nuclear, del Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo" México (Palacios 2019). Las muestras irradiadas se contaron en un detector de Germanio Hiperpuro acoplado a una cadena electrónica, de los espectros obtenidos se muestra un ejemplo en la figura 4.

Posteriormente se determinó la composición química de 13 elementos y con esos valores se determinó la procedencia de esos artefactos de obsidiana, comparando con la composición de yacimientos de obsidiana explotados en la época prehispánica (Cobean 2002).

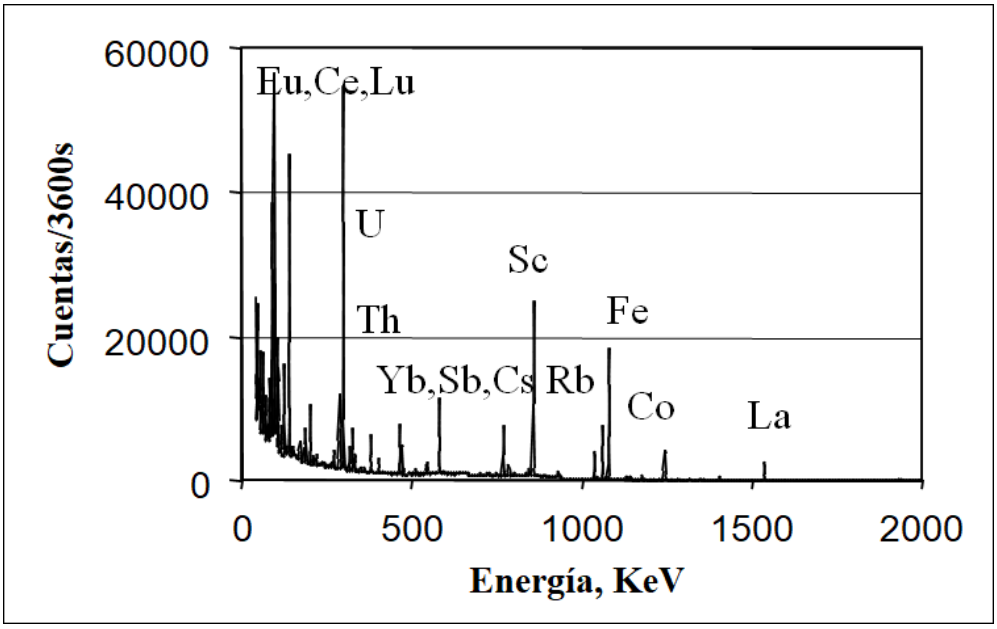



**Figura 4**. Espectro de radiación gamma típico de una obsidiana radiactiva.

De acuerdo con el estudio estadístico de los datos obtenidos que en dicha ciudad se manufacturaban obsidianas del yacimiento Oyameles-Zaragoza Puebla, México. La obsidiana utilizada y transformada en artefactos en Cantona y parte noroeste de la Cuenca Oriental procede de los yacimientos de Oyameles-Zaragoza, correspondiente al Formativo Tardío 600 d.C. hasta la desocupación masiva de Cantona y de la región de la Cuenca Oriental por el inicio del Posclásico Temprano, por el 950-1000 d. C. (García-Cook et al. 2010).

## 4. ESTUDIOS DE PINTURA AL ÓLEO

La investigación que se describe a continuación es sobre el estudio de una pintura al óleo con el propósito de, identificar la autenticidad como una obra de arte antigua, mediante la identificación de los materiales de manufactura y así aportar conocimientos sobre la temporalidad de su elaboración. Los detalles experimentales de las técnicas químicas y físicas utilizadas fueron descritas con detalle en Ortega-Avilés et al. (2005).

El lienzo que nos ocupa representa a la Virgen María con notoria tristeza en el rostro, está cubierta con un manto de color azul, tiene ambas manos sobre el pecho y una espada, que le atraviesa el corazón, representando el sufrimiento por el sacrificio de Cristo (Figura 5). En el lienzo se aprecian principalmente dos tonos de azul, dos de rojo, blanco, negro y color carne. La obra fue adquirida por un coleccionista privado, sin documentación alguna sobre proveniencia, ni fecha de elaboración o firma del artista. De acuerdo con el estudio iconográfico, en el que se tomaron en cuenta el estado general de conservación y la tela utilizada, se presumió que debió haber sido pintada antes del primer tercio del XIX.

Los estudios sobre los materiales utilizados en las obras de arte pictóricas, tales como pigmentos, barnices y disolventes, permiten reconstruir la paleta de un artista en particular, la técnica y la época en que la obra fue

creada. Además, proveen de conocimientos sobre las evoluciones tecnológicas en el arte, sobre los procesos de degradación de las substancias utilizadas y, por lo tanto, son un auxiliar en los procesos de preservación y restauración.

**Figura 5**. Pintura al óleo de la Virgen Dolorosa: en la cual se indican los lugares en donde se muestreo. (1) Azul-1, (2) Azul-2, (3) Rojo-3, (4) Rojo-4, (5) Blanco-5, (6) Negro-6.

Para el estudio de esta pintura se utilizó la técnica PIXE**,** algunos pigmentos de la pintura fueron bombardeados con haz protones de energía de 3 MeV de un acelerador de partículas. Los elementos detectados fueron: silicio, fósforo, azufre, potasio, calcio, titanio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, cinc, rubidio, cerio, mercurio y plomo. La presencia de plomo se observó sistemáticamente en todos los puntos del cuadro analizados; este elemento es altamente indicativo de la presencia de albayalde o blanco de plomo ($2PbCO_3 \cdot Pb\ (OH)_2$), pigmento que podría haber sido utilizado como blanqueador, como secante (Figura 6).

Debido a la superposición, en los espectros del PIXE, del pico correspondiente al rayo-X $L_\alpha$ del Pb (10.55 keV) con el valor del rayo-X $L_\alpha$ del Hg (9.9 keV), el análisis con PIXE no permite asegurar la presencia de bermellón, natural o sintético, es decir, de sulfuro de mercurio (HgS), que es de color naranja rojizo, con este fin de detectar la eventual presencia de mercurio, se analizó una pequeña muestra del pigmento rojo de la manga

izquierda, mediante la técnica de activación neutrónica. Ese estudio no reveló la presencia de mercurio; por lo tanto, el bermellón pudo ser descartado como un componente de las muestras de color rojo.

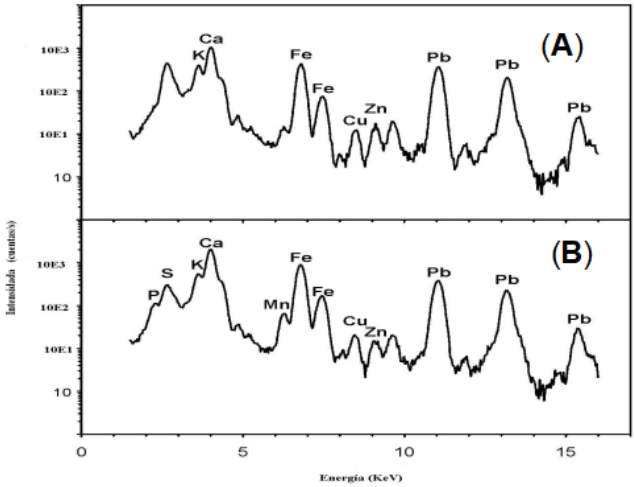



**Figura 6**. Espectros de rayos-X, obtenidos con PIXE del cuadro de la Virgen Dolorosa, en las regiones de color (A) claro azul y (B) negro.

Todos los pigmentos muestran una cantidad significativa de calcio, este elemento puede estar ahí como carbonato ($CaCO_3$) o como yeso ($CaSO_4 \cdot H_2O$), substancias utilizadas como complemento del blanco de plomo en la preparación del lienzo.

De acuerdo a los resultados obtenido del análisis de pigmentos con las técnicas: MSF, PIXE, EDAX. Se determinó que el color rojo era la hematita ($Fe_2O_3$); mientras que en las zonas blancas principalmente creta ($CaCO_3$), trazas de yeso ($CaSO_4$) y albayalde ($2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$) y el color azul se identifico como azul de Prusia ($Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.

La técnica TF-IR se aplicó para determinar el tipo de barniz aplicado a la pintura, de acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que el barniz consistió es una goma laca que es un polímero natural que se obtiene de la secreción del insecto Laccifer lacca.

Se analizó una hebra del lienzo utilizado en la pintura con la técnica SEM, se obtuvo la síguete micrografía del lienzo, que fue probablemente hecho de lino, material adecuado para la pintura al óleo (figura 7). La composición atómica obtenida con EDS se reporta, en porcentaje atómico y es la siguiente: el carbono en 69.26 %, el oxígeno en 29.35 % y en menores cantidades sodio y calcio, entre otros elementos. Composición que corresponde a la de un material orgánico, tal como lo son las fibras, además estas fibras no se cargan eléctricamente como las de algodón, por lo que se puede deducir que estas fibras son de lino.

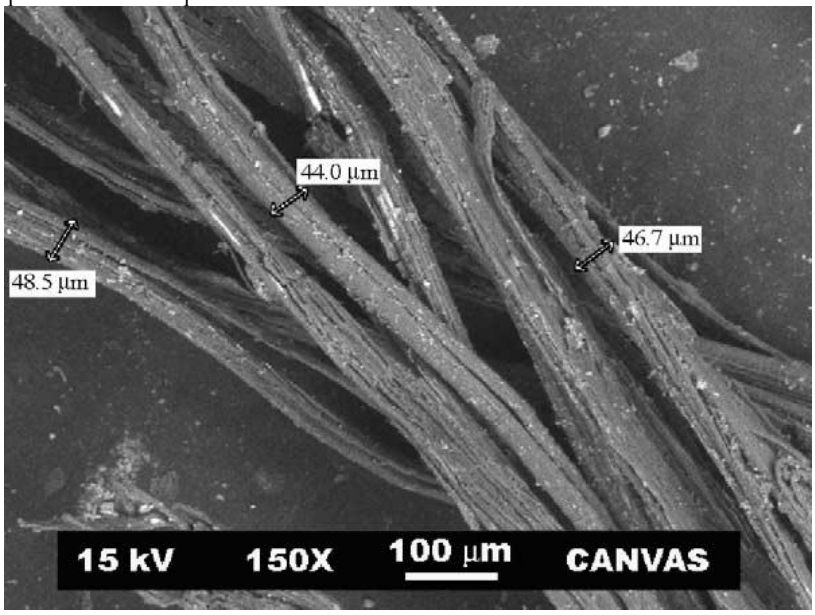



**Figura 7**. Microfotografía en la que se muestra la morfología del lienzo visto al SEM.

La impresión del lienzo fue realizada de la manera tradicional, con una mezcla de albayalde, creta, un poco de blanco de titanio ($TiO_2$) y probablemente aceite de linaza. Los pigmentos utilizados fueron: azul de Prusia, índigo, ocre rojo, albayalde y carbón. Muy probablemente los contornos de las figuras fueron aplicados con ocre rojo y luego fueron aplicados los otros colores. Por último, el barniz utilizado fue goma laca.

Como consecuencia, respecto a la datación y autenticidad de la obra, los datos son consistentes con las observaciones de los historiadores del arte. Se concluyó que la pintura estudiada, una imagen de "La Virgen Dolorosa", fue elaborada entre mediados del siglo XVIII y principios del siglo XIX, por lo que se puede considerar como una obra de arte de la época colonial mexicana.

## 5. CONCLUSIONES

El desarrollo de la tecnología ha permitido la aplicación de técnicas nucleares y convencionales, en el estudio de material arqueológico y así permitir el conocimiento y reconstrucción de las civilizaciones antiguas, en la preservación y restauración de materiales del patrimonio cultural.

Para llevar a cabo estas investigaciones es necesario tener la infraestructura adecuada, para poder ofrecer apoyo y colaboración al personal encargado del patrimonio cultural.

En el Centro nuclear de México "Dr. Nabor Carrillo", se cuenta con esta infraestructura y se han establecido colaboraciones científicas con arqueólogos, restauradores y responsables del patrimonio cultural, desde al año 1997. Durante ese periodo de tiempo se han preparado a jóvenes arqueólogos en la aplicación de las mencionadas técnicas en sus trabajos de investigación.

## AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones reportadas en este reporte técnico, han sido subvencionadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica: Proyecto RLA/8/043 ARCAL, ARCAL RLA8043, ARCAL RLA8043, ARCAL1019-2021. Mis agradecimientos al personal del Reactor Nuclear Triga Marck III y del Departamento de Materiales del ININ.

## BIBLIOGRAFÍA

Cobean, R. H. (2002): *Un mundo de obsidiana, minería y comercio de un vidrio volcánico en el México Antiguo*. México: INAH / University of Pittsburg USA.

García-Cook A., Tenorio D., Jiménez-Reyes M., Monroy-Guzmán F. y López-Reyes C. (2010): Estudio de Procedencia de Obsidiana Arqueológica de Cantona, Puebla. *Revista de Arqueología INAH. Arqueologia*, Segunda Época 43: 217-229.

Gordon, B M y Kraner, H W. (1972): Development of a system for trace element analysis in the environment by charged particle x-ray fluorescence. *Journal Radioanalytical Chemistry* 12, (1): 181-188.

Johansson A. E. y Johansson T. B. (1976): Analytical Application of Particle Induced X-Ray Emission. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* 137: 473-516.

Juárez-Cossío D., Terreros E., Quiroz-Moreno J., Romero-Sánchez S., Calligaro T.F., Tenorio D., Jiménez-Reyes M. y Ríos De Los, M. (2009): Archaeological obsidian from La Sierra Gorda Mexico, by PIXE. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 267: 1149–1152. https://doi. j.nimb.2009.02.059.

Ortega-Avilés M., Vandenabeele P., Tenorio D., Murillo G., Jiménez-Reyes M. y Gutiérrez N. (2005): Spectroscopic investigation of a '*Virgin of Sorrows*' canvas painting: A multi-method approach. *Analytica Chimica Acta* 550: 164–172. https://doi./10.1016/j.aca.2005.06.059

Palacios, J.C. (2019): *Aplicaciones Nucleares en México*. Latin American Section / American Nuclear Society. [Consultado 20 de marzo de 2022: https://las-ans.org.br/wp-content/uploads/2019/04/18-Javier-Palacios.pdf]

# ANALISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA Y ARQUEOMETRÍA

**Melania Jiménez-Reyes** *

**RESUMEN**

La arqueometría requiere de la aplicación de diversas técnicas, entre ellas las relacionadas con el análisis químico; y la activación neutrónica ha resultado de gran utilidad para el estudio de piezas arqueológicas, como obsidianas, cerámicas y más. El método se basa en la irradiación de los materiales en un reactor nuclear y la consecuente determinación de la radiactividad; lo que permite determinar la composición química. Los datos obtenidos y tratados mediante técnicas estadísticas vislumbran el origen de las piezas, muchas veces con el apoyo de la literatura. El análisis por activación neutrónica se ha estado utilizando en el Centro Nuclear de México para estudios arqueológicos; aquí se presentan algunos ejemplos de ellos. Uno se refiere a obsianas de los sitios mayas Chac Mool, San Miguelito y el Meco, las cuales fueron identificadas como del Volcán Ixtepeque y El Chayal, Guatemala. En otro se analizaron mayólicas de la Ciudad de México, encontrándose que habían sido manufacturadas en la misma ciudad de México, en Puebla y en Sevilla. En un tercer estudio, se analizaron botijas y martabanes del Fuerte de San Diego, de Acapulco y también de naufragios del Golfo de México, el Mar Caribe y el Galeón de Manila; esas piezas tuvieron como origen Sevilla, Perú, Ecuador y Asia. Los resultados de esos estudios permiten discutir y concluir los aspectos arqueológicos de los sitios en particular y del ambiente histórico de ellos. El análisis por activación neurónica ofrece las condiciones para resolver problemas específicos en arqueología, pero evidentemente se requiere de mantener una estrecha interrelación entre los científicos nucleares y los arqueólogos para lograr los objetivos propuestos.

***Palabras clave: Análisis por activación neutrónica, análisis estadísticos, obsidianas, mayólicas, botijas, martabanes.***

**ABSTRACT**

Archaeometry requires the application of various techniques, including those related to chemical analysis; and neutron activation has been very useful for the study of archaeological pieces, like obsidian, ceramic and more. The method is based on the irradiation of materials in a nuclear reactor and the consequent determination of radioactivity, which allows to determine the chemical composition. The data obtained and treated by statistical techniques glimpse the origin of the pieces, often with the support of the literature. Neutron activation analysis has been used at the Nuclear Center of Mexico for archaeological studies; here are some examples of them. One refers to obsidians of the Mayan sites Chac Mool, San Miguelito and Meco, which were identified as coming from the Ixtepeque Volcano and El Chayal, Guatemala. In another, majolica from Mexico City were analyzed, finding that they had been manufactured in Mexico City, Puebla and Seville. In a third study, botijas and martabanes from Fort San Diego, from Acapulco and also from shipwrecks in the Gulf of Mexico, the Caribbean Sea and the Manila Galleon were analyzed; these pieces originated in Seville, Peru, Ecuador and Asia. The results of these studies make it possible to discuss and conclude the archaeological aspects of the particular sites and their historical environment. Analysis by neutron activation offers the conditions to solve specific problems in archaeology, but it is evidently necessary to maintain a close interrelationship between nuclear scientists and archaeologists to achieve the proposed objectives.

***KEYWORDS: Nuclear activation analysis, statistical analysis, obsidians majolicas, botijas, martabans.***

* Departamento de Química. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, Estado de México, C. P. 52750, México. Email: melania.jimenez@inin.gob.mx, https://orcid.org/0000-0003-3934-3070

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso del análisis químico y físico-químico de muestras arqueológicas e históricas es una interesante alternativa para ampliar el conocimiento de la cultura. Cada pieza puede relatar su historia y enriquecer con ella el conocimiento sobre su origen y así impactar en las relaciones culturales, comerciales u otras de los pueblos de la antigüedad (Tenorio y Jiménez-Reyes, 2012).

La química analítica trata de la separación y análisis de substancias químicas e incluye al análisis cualitativo y al cuantitativo; el primero determina qué está presente y el segundo, en qué cantidad. El manejo de los datos requiere de exactitud y precisión. La primera es el grado de aproximación de un resultado a un valor real y la segunda se refiere a la reproducción de un resultado. Otro concepto importante es el límite de sensibilidad, la más pequeña cantidad que se percibe con un método en particular. Los métodos nucleares han aportado una contribución decisiva al desarrollo del análisis químico debido a la sensibilidad de los detectores de radiación, por lo que han sido aplicados tanto en estudios de arte como de arqueología desde los años 60s y, en particular, debe mencionarse al análisis por activación neutrónica (AAN) (Perlman et al., 1972).

La materia es radiactiva cuando los núcleos atómicos emiten partículas sub-nucleares o radiación electromagnética sin masa ni carga, teniendo lugar al mismo tiempo un intercambio de energía. Ese proceso logra que un elemento químico se convierta en otro o que sea diferente su estado energético; siendo espontáneo, al azar e independiente de factores externos.

El análisis por activación neutrónica se basa en la transformación de un isótopo estable en otro, radiactivo, por medio de la captura de un neutrón térmico en el núcleo atómico y en la posterior medida de la radiación gamma generada. Los neutrones son partículas nucleares sin carga y su masa es igual a 1.008665 u.m.a.; los rayos gamma son radiaciones electromagnéticas, similares a los rayos X, a la luz y a las ondas de radio, pero con mucho mayor energía, la cual es definida por la transición entre niveles energéticos del núcleo atómico.

Un flujo de neutrones térmicos (de baja energía, < 0.5 eV) puede ser generado en un reactor nuclear. El Centro Nuclear de México cuenta con un TRIGA Mark III; éste es un reactor de investigación, tipo piscina con núcleo móvil que se utiliza básicamente como una fuente intensa de neutrones y de radiación gamma. Utiliza combustible con uranio de bajo enriquecimiento y agua natural con bajo contenido de sales y minerales (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2020).

La reacción nuclear más importante en AAN es la (n, gamma), en la que inmediatamente después de la captura de un neutrón térmico por el núcleo atómico se emite radiación gamma y se forma un isótopo radiactivo del elemento. Por ejemplo:

$$^{58}\text{Fe}\ (n, \gamma)^{59}\text{Fe}$$

Siendo el $^{59}$Fe radiactivo, emite radiación beta y gamma y forma al $^{60}$Co:

$$^{59}\text{Fe}\ (\beta, \gamma)^{60}\text{Co}.$$

La energía característica de esta radiación gamma y la medida de la vida media del radioisótopo (tiempo necesario para que se desintegre la mitad de una cantidad inicial de núcleos) permiten identificarlo, es decir realizar el análisis cualitativo. Con la medida de la intensidad de la radiación gamma se logra el análisis cualitativo; por lo general para éste se utiliza un material de referencia en el cual la concentración del o de los elementos de interés esté certificada. De acuerdo con la ecuación siguiente:

$$A=N\Phi\sigma(1-e^{(-(\lambda t_i)))} \quad (1)$$

La radiactividad generada (A) durante la irradiación en el reactor nuclear depende del número de átomos del isótopo de un elemento en cuestión, del flujo de neutrones térmicos (Φ), de la probabilidad de captura neutrónica (σ), de la constante de desintegración (λ) del isótopo radiactivo formado y del tiempo de irradiación. El proceso de desintegración de un isótopo radiactivo depende del valor la constante de desintegración y del tiempo transcurrido (t), siendo regido por la siguiente ecuación:

$$A=A_0\ e^{(-(\lambda t))} \quad (2)$$

Donde $A_0$ y A se refieren a la radiactividad inicial y la que se halla después de un cierto tiempo de decaimiento. La cantidad de un elemento en la muestra ($m_m$) puede ser calculada considerando la cantidad del elemento en el material de referencia ($m_{ref}$) y la radiactividad de uno y otro material ($A_m$ y $A_{ref}$):

$$m_m=m_{ref} * A_m/A_{ref} \quad (3)$$

Para algunos elementos el AAN es un método sensible, permite medir desde porcentajes hasta μg/g; es rápido, no depende de la forma química de los elementos y sólo en algunos casos no es destructivo. AAN permite la medida de la mayoría de los elementos de la Tabla Periódica, los elementos del hidrógeno al oxígeno y algunos otros no están incluidos. El hecho de que requiera de un reactor nuclear y de equipos de detección de radiactividad lo hace accesible sólo a laboratorios especializados.

Con el propósito de enlazar al análisis por activación neutrónica con la arqueometría se presentan aquí algunos conceptos básicos, una somera descripción de la experimentación y ejemplos de las investigaciones realizadas en el Departamento de Química del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México.

## 2. EXPERIMENTACIÓN

La selección adecuada de las muestras es indispensable, pues deben tomarse en consideración a aquellos objetos que desde el punto de vista arqueológico sean significativos para la investigación de un sitio y que cuenten con un contexto tempo-cultural. Cada pieza debe estar claramente identificada. Se pueden requerir muestras de por lo menos 5g.

Las piezas de obsidiana se lavan en un baño en acetona para eliminar grasa y luego en un baño de Extran al 10% en agua destilada con ultrasonido. En el caso de que las piezas tengan en la superficie algunas incrustaciones minerales, el lavado inicia con una solución de ácido fluorhídrico. Las piezas se secan a temperatura ambiente, se muelen con un mortero eléctrico de ágata y el polvo se seca a 80C durante 24h.

Los esmaltes y engobes de las cerámicas pueden eliminarse con una broca de carburo de tungsteno y luego, con el mismo, tomar alrededor de 600mg de las pastas. Éstas se muelen y se secan como ya descrito.

**Tabla 1.** Características nucleares de algunos de los elementos analizados mediante AAN.

| Isótopo natural | Abund.(%) | σ (b) | Isotópos formados | $t_{1/2}$ | Espectro γ (KeV) |
|---|---|---|---|---|---|
| $^{45}$Sc | 100 | 13 | $^{46}$Sc | 84 d | 889, 1120 |
| $^{58}$Fe | 0.31 | 1.1 | $^{59}$Fe | 45.6 d | 1095, 1292, ... |
| $^{59}$Co | 100 | 18 / 19 | $^{60m}$Co / $^{60}$Co | 10.7 m / 5.2 y | 1173, 1332 |
| $^{85}$Rb | 72.2 | 0.9 / 0.1 | $^{86m}$Rb / $^{86}$Rb | 1 m / 18.7 d | 1078 |
| $^{121}$Sb | 57.2 | 6 | $^{122}$Sb | 2.8 d | 564, ... |
| $^{133}$Cs | 100 | 28 | $^{134}$Cs | 2 y | 796, 605, ... |
| $^{139}$La | 99.9 | 8.9 | $^{140}$La | 40 h | 1.596, 487, ... |
| $^{140}$Ce | 88.5 | 0.6 | $^{141}$Ce | 32.5 d | 145 |
| $^{151}$Eu | 47.8 | 2800 | $^{152m1}$Eu | 9.3 h | 122, 344, ... |
| $^{174}$Yb | 31.8 | 9 | $^{175}$Yb | 101 h | 396, ... |
| $^{176}$Lu | 2.6 | 2100 | $^{177}$Lu | 6.7 d | 208, 113 |
| $^{232}$Th | 100 | 7.4 | $^{233}$Th / $^{233}$Pa | 22.1 m/ 27 d | 310 |
| $^{238}$U | 99.3 | 2.73 | $^{239}$U, $^{239}$Np | 23.5 m / 2.3 d | 106, 228, ... |

Para el análisis, muestras de 200mg se irradian durante 2 horas en el reactor nuclear TRIGA MARK III del Centro Nuclear de México, con un flujo de neutrones térmicos de $1 \times 10^{13}$ $cm^{-2}s^{-1}$. La radiactividad se evalúa después de 12-14días, durante 2h, con un detector Ge(H) vinculado a un espectrómetro de radiación gamma. Los valores de radiactividad se corrigen teniendo en cuenta los tiempos de decaimiento y la constante de desintegración de los isótopos.

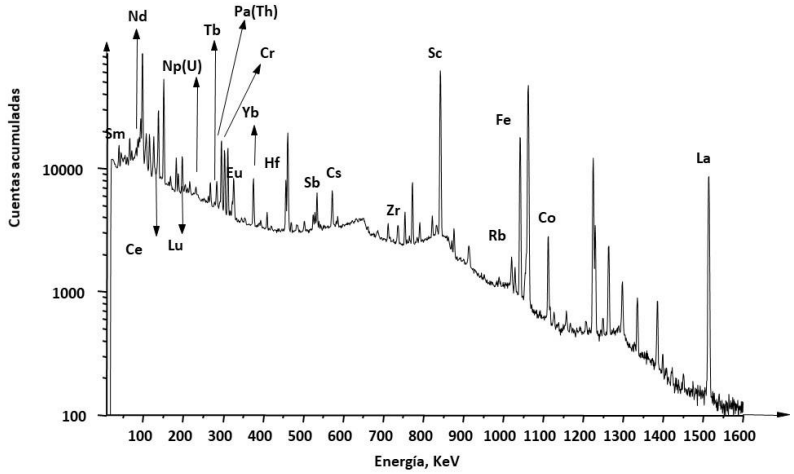



**Figura 1**. Espectro de radiación gamma típico de una obsidiana.

Los materiales de referencia usados habitualmente son SRM278 (Obsidian Rock), SRM97b (Flint Clay) y SRM1633c (Coal Fly Ash); sus concentraciones elementales están certificadas por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Los Estados Unidos de América. Cantidades iguales de las muestras y los materiales de referencia se irradian simultáneamente y a todas se les mide la radiactividad con la misma geometría.

En la Tabla 1 se encuentran las características nucleares de algunos de los elementos analizados mediante activación neutrónica en obsidianas y cerámicas y la Figura 1 muestra un espectro típico de radiación gamma de una obsidiana.

El análisis multivariable es un conjunto de métodos estadísticos que tienen el propósito de describir e interpretar un conjunto de datos que proviene de variables estadísticas estudiadas conjuntamente (Cuadras, 2014). A partir de las concentraciones elementales de cada una de las piezas analizadas y con el uso de esas técnicas es posible encontrar diferencias o similitudes entre ellas y dado el caso formar dos o más grupos. Además, si se cuenta con datos de yacimientos, mediante la comparación puede identificarse el origen de las obsidianas; de igual manera los datos de cerámicas de un sitio determinado son útiles para encontrar o no similitudes entre ellos. Los cálculos estadísticos pueden llevarse a cabo mediante programas de cómputo, por ejemplo, el SPSS-IBM y el escrito en lenguaje GAUSS (Neff, 2012) de los laboratorios MURR de los Estados Unidos de América. Los resultados pueden representarse en forma de dendrograma y/o de diagrama de componentes principales.

## 3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis por activación neutrónica ha sido utilizado para estudios de piezas de diversos sitios arqueológicos, desde los años 90s y hasta el presente, en el Departamento de Química del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (Tenorio et al., 1997, 1998, 2000, 2010a, 2010b; Jiménez Reyes et al., 2001; Mandujano et al., 2002; Almazán-Torres, 2004; López-Valenzuela, 2010, García Cook et al., 2010; Villa-Córdoba et al., 2012; De la Vega et al., 2013, 2014; Esparza-López et al., 2013; Elizalde-Rodarte et al, 2016; Manzanilla et al., 2017; Rivero-Torres et al., 2017; Salazar -Carrillo et al., 2018; Guerrero-Rivero et al., 2020; Terreros Espinoza et al., 2021).

Se han incluido a continuación detalles de algunas de esas investigaciones.

### *3.1. Obsidianas de sitios mayas (Elizalde-Rodalte et al., 2016)*

Se estudiaron tres sitios mayas ubicados en la costa oriental de la Península de Yucatán (Quintana Roo, México): Chac Mool (Postclásico Temprano a Tardío), San Miguelito (Post-Clásico Tardío) y El Meco (Post-Clásico Temprano a Tardío). La colección de 70 muestras de obsidiana (navajillas y fragmentos de núcleos) fue analizada mediante activación neutrónica. Como puede verse en la Tabla 2, excepto la del hierro, las concentraciones de los elementos analizados son muy pequeñas, a veces de algunos μg/g (antes ppm). Cada yacimiento de obsidiana tiene su propia composición química, especialmente en los elementos que se hallan en muy bajas concentraciones; de tal manera que al ser comparados esos datos con los de yacimientos ya caracterizados puede identificarse el origen de las obsidianas. De las muestras analizadas, el 100% de El Meco, el 97% de San Miguelito y el 93% de Chac Mool fueron identificadas como provenientes del Volcán Ixtepeque y el resto de El Chayal, (Figura 2) ambas fuentes de obsidiana están ubicadas en las Tierras Altas de Guatemala. De lo anterior resulta que Chac Mool, San Miguelito y El Meco participaron en una red vital de comunicación y comercio; ya que eran excelentes puntos para controlar el intercambio de mercancías a lo largo de la costa, así como para controlar entradas dentro de la Península de Yucatán. Probablemente el puerto más importante fuera El Meco para la redistribución de diversos materiales, entre ellos la obsidiana, a otros puertos cercanos.

**Tabla 2.** Composición química de las obsidianas de Chac Mool, San Miguelito y El Meco. En μg/g.

| Elementos | Grupo de Ixtepeque n = 67 | Grupo de El Chayal n = 3 |
|---|---|---|
| Sc | 2±0.1 | 1.7±0.1 |
| Fe | 6798±277 | 4557±331 |
| Rb | 96±9 | 133±4 |
| Sb | 0.28±0.08 | 0.7±0.1 |
| Cs | 2.5±0.3 | 7.3±0.5 |
| La | 24±1 | 24.4±0.7 |
| Ce | 40±3 | 45±1 |
| Eu | 0.8±0.2 | 0.76±0.01 |
| Yb | 1.9±0.1 | 2±0.1 |
| Lu | 0.31±0.03 | 0.34±0.04 |
| Hf | 4.5±0.5 | 3.3±0.2 |
| Th | 7.1±0.3 | 10.1±0.4 |
| U | 2.6±0.3 | 4.5±0.7 |

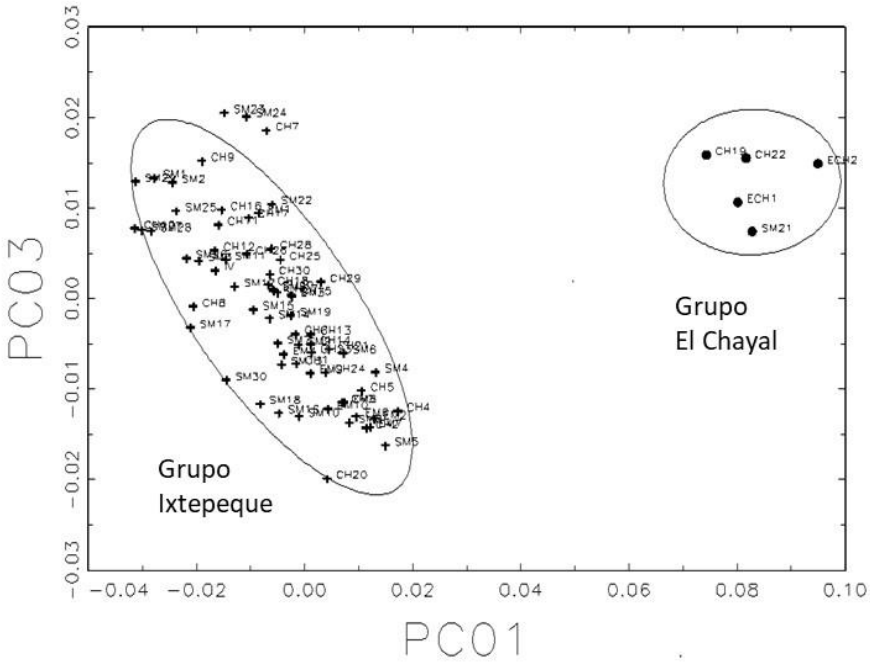



**Figura 3**. Diagrama de componentes principales. Con datos de las obsidianas de Chac Mool, San Miguelito y El Meco Volcán Ixtepeque de obsidianas del Volcán Ixtepeque y de El Chayal.

### *3.2. Mayólicas de algunos sitios arqueológicos de la Ciudad de México (De la Vega et al., 2013)*

La colección de 83 muestras incluyó varios tipos de cerámica local del período colonial, el siglo XIX y la actualidad, además de algunos especímenes extranjeros y muestras de arcilla de la zona de Puebla (Figura 4). Catorce elementos químicos fueron analizados en las muestras (Sc, Fe, Co, Rb, Sb, Cs, La, Ce, Eu, Yb, Lu, Hf, Th, U, en μg/g) mediante activación neutrónica, y con datos de la literatura, estadísticamente se establecieron los siguientes grupos: dos grupos que presumiblemente fueron fabricados en la Ciudad de México, dos en Puebla, uno de fuera de las fronteras mexicanas, muy probablemente cerámica Sevilla-Triana, además de tres grupos más de orígenes no identificados. Algunas de las botijas no eran importadas sino producidas en la Nueva España (Figura 5). Considerando los sitios: Del Proyecto Sta. Isabel (Convento): La mayoría de los especímenes eran de los grupos Ciudad de México, Puebla e importados. Del Proyecto Complejo Hidalgo (Hospital) eran de la Ciudad de México y Puebla. Del Proyecto de la Línea 8 del Metro, la mayoría era de Puebla. La cerámica común solía llegar a conventos y hospitales a través de donaciones, algunas de ellas resultantes de sanciones aplicadas a los alfareros que no cumplían las Ordenanzas. La mayólica importada sólo pudo ser adquirida por aquellos de alto nivel económico; simbolizaba el nivel económico y empoderamiento social en las clases altas de la Nueva España.

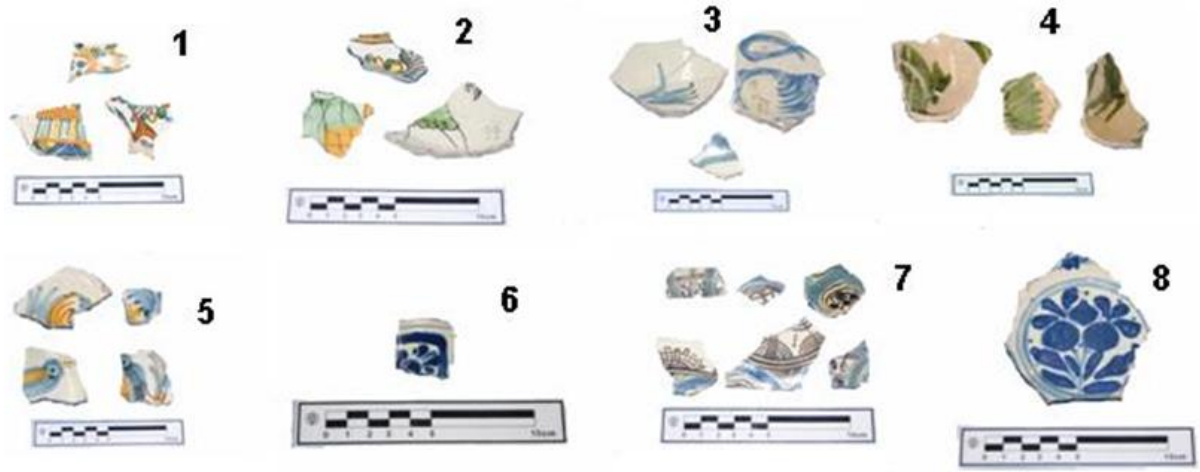



**Figura 4**. Algunos ejemplares de cerámicas mayólicas. Abo Policromo. 2. Aranama Policromo. 3. Ciudad de México azul/crema. 4. Ciudad de México verde/crema. 5. Fig Spring / San Juan Policromo. 6. Puebla azul/blanco. 7. Puebla Policromo. 8. San Luis azul/blanco.

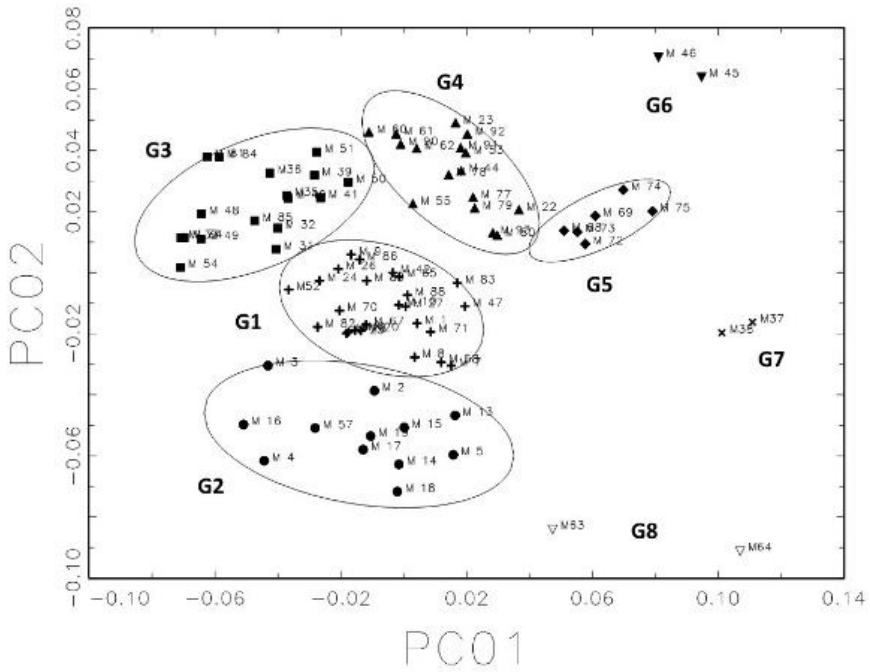



**Figura 5**. Diagrama de componentes principales. Diferentes grupos de cerámicas mayólicas de la Ciudad de México, manufacturadas en la Ciudad de México (G1 y G2), Puebla (G3, azul/blanco; G4, policromo) y Sevilla (G5). Las otras cerámicas no tuvieron origen identificado.

### *3.3. Botijas, martabanes y otras cerámicas. (Guerrero-Rivero et al., 2020)*

La colección incluyó fragmentos de botijas españolas y de martabanes, recuperados de intervenciones arqueológicas en el fuerte de San Diego, del sector histórico de Acapulco, de un sitio de naufragio en la costa occidental de la península de Baja California y de naufragios en el Golfo de México y el Mar Caribe. Se obtuvo la composición química de las pastas mediante análisis por activación neutrónica; también se estudiaron los esmaltes de plomo y los recubrimientos de brea. Con esos datos y los de la literatura fue posible proponer estadísticamente el área geoquímica de origen de los recipientes cerámicos. Los fragmentos de botijas analizados provenían de la península ibérica y de América del Sur, mientras que el origen de los martabanes es el sudeste asiático; las cerámicas roja y esmaltada de Acapulco eran producidas localmente y las pastas entre ellas son diferentes (Figuras 6 y 7). En el Fuerte de San Diego de Acapulco se encontraron cerámicas de Sevilla, Perú, Ecuador y Asia. La cerámica de los naufragios del Golfo de México y Mar Caribe es sevillana y las piezas recuperadas del Galeón de Manila son asiáticas. Se confirmó que, a pesar de la prohibición de comercio entre las colonias por la corona española, este comercio se llevaba a cabo de manera ilegal. Y la presencia de martabanes asiáticos confirmó una vez más el intenso comercio entre Filipinas y la Nueva España.

**Figura 6**. Fragmento de martaban recuperado en superficie. Guerrero Negro, Baja California, México

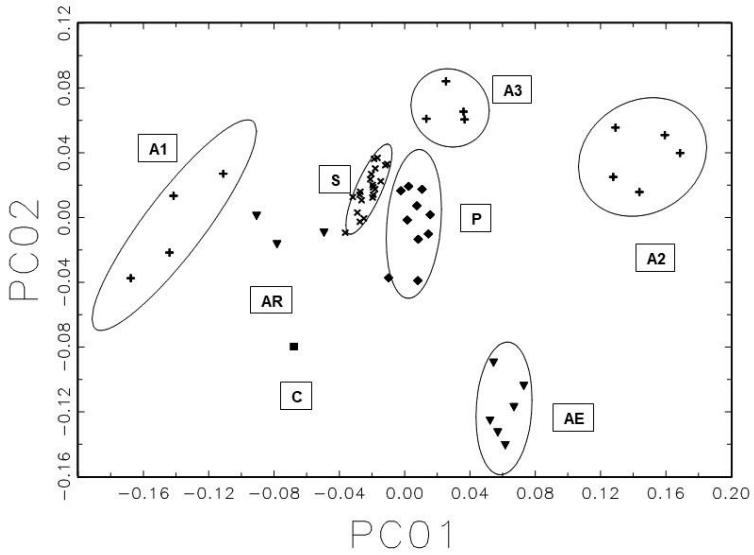



**Figura 7**. Diagrama de componentes principales, calculado con 54 muestras y 14 concentraciones elementales (Intervalo de confianza de las elipses: 0.9). Grupos cerámicos: A1 (Manila, Filipinas), A2 (Sur de China), A3 (Tailandia), AE (Acapulco esmaltado), AR (Acapulco rojo), Peru (P), Sevilla (S) and Cuenca (C).

El análisis por activación neutrónica es un método muy sensible para algunos elementos, para los que se pueden determinar concentraciones del orden de los μg/g. En algunos casos no es destructiva, pero generalmente requiere de muestras en forma de polvo. Ofrece las condiciones para resolver problemas específicos en arqueometría, por lo que evidentemente se requiere mantener una estrecha interrelación entre los científicos nucleares y los arqueólogos. Las hipótesis arqueológicas iniciales sobre el origen de las piezas se derivan del contexto, de los atributos decorativos, etc. y pueden ser verificadas al través del análisis químico y de métodos estadísticos. En el Centro Nuclear de México se ha estado aplicando el AAN en arqueometría, con piezas de diversos sitios arqueológicos y habiendo tanta riqueza histórica existe un amplio campo de trabajo para aportar conocimientos en el área de la arqueología y en ese sentido el análisis por activación neutrónica es muy útil.

## AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de los excelentes colaboradores que son autores de los trabajos aquí mencionados. Varios proyectos de investigación han estado apoyados por el Organismo Internacional de Energía Atómica, merecido agradecimiento a esta organización.

## BIBLIOGRAFÍA

Almazán-Torres, M., Jiménez-Reyes, M., Monroy-Guzmán, F., Tenorio, D., y Aguirre-Martínez, P. (2004). Determination of the provenance of obsidian samples collected in the archaeological site of San Miguel Ixtapan, Mexico State, Mexico by means of neutron activation analysis. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, *260*(3), 533-542. https://doi.org/10.1023/b:jrnc.0000028212.61262.31

Cuadras, C. (2014). *Nuevos Métodos de análisis multivariante*. Barcelona España: CMC Editor.

De la Vega, S., Castañeda-Gómez del Campo, A., Jiménez-Reyes, M., Téllez-Nieto, A., y Tenorio, D. (2013). Majolica ware in the New Spain: an evaluation through NAA. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *298*(3), 1835-1844. https://dx.doi.org/10.1007/s10967-013-2597-5

De la Vega, S., Jiménez-Reyes, M., Tenorio, D., Castañeda-Gómez-del-Campo, A., Nieto-Téllez, A., y Ábrego, A. (2014). Microchemical characterization of ancient ceramics and raw materials using nuclear and conventional techniques. *Microchemical Journal*, *114*, 59-64. https://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2013.12.005

Elizalde-Rodarte, S. V., Tenorio, D., y Jiménez-Reyes, M. (2016). Three Mayan archaeological sites of the eastern coast of the Yucatan Peninsula: Source identification of obsidian artifacts by NAA. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *8*, 22-27. https://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.05.043

Esparza-López, R., Weigand, P. C., Jiménez-Reyes, M., y Tenorio, D. (2013). Relaciones comerciales del núcleo de la tradición Teuchitlán a través del estudio de obsidiana. *Arqueología*, (46), 22-38. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/article/view/3505

García-Cook, Á., Tenorio, D. Jiménez-Reyes M., Monroy-Guzmán F., López-Reyes C. (2010). Estudio de procedencia de obsidiana arqueológica de Cantona, Puebla. *Arqueología*, (43), 217-229.

Guerrero-Rivero, S., Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Junco-Sánchez, R., y López-Reyes, M. C. (2020). Commercial interaction at the port of Acapulco, Mexico, during the Viceregal period: A provenance study of ceramic containers and regional wares. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *29*, 102163. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.102163

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (2020): https://www.gob.mx/inin/articulos/reactor-triga-mark-iii-143366

Iturbe García J.L. (2001): *Fundamentos de radioquímica*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Jiménez-Reyes, M., Tenorio, D., Esparza-López, J. R., Cruz-Jiménez, R. L., Mandujano, C. y Elizalde, S. (2001): Neutron activation analysis of obsidians from quarries of the Central Quaternary Trans-Mexican Volcanic Axis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *250*(3), 465-471. https://doi.org/10.1023/A:1017992920963

López-Valenzuela, R., López-Palacios, J., Jiménez-Reyes, M., Cataño, G. y Tenorio, D. (2010): Characterization of ceramic ornaments of a theatre-like incense burner. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, *283*(3), 675-681. https://dx.doi.org/ 10.1007/s10967-009-0439-2

Mandujano, C., Elizalde, S., Cassiano, G., Soto, D., Tenorio, D. y Jiménez-Reyes, M. (2002): Provenance and use wears of Pre-Hispanic obsidian scrapers from Metztitlan, Hidalgo, Mexico. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, *252*(1), 81-88. https://doi.org/10.1023/A:1015287721138

Manzanilla, L. R., Bokhimi, X., Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Rosales, E., Martínez, C. y Winter, M. (2017): Procedencia de la mica de Teotihuacan: control de los recursos suntuarios foráneos por las élites gobernantes. In *Anales de Antropología* (Vol. 51, No. 1, pp. 23-38). http://dx.doi.org/10.1016/j.antro.2016.09.001

Neff, H. (2012): *Gauss Language Routines for Statistical Analyses of Multivariate Archaeometric Data*. Available from: http://archaeometric.missouri.edu (Accessed: December 2012)

Perlman, I., Asaro, F. y Michel, H. V. (1972): Nuclear applications in art and archaeology. *Annual Review of Nuclear Science*, 22(1), 383-426.

Rivero-Torres, S. E., Jiménez-Reyes, M. y Tenorio, D. (2017): Obsidian artifacts from the southeastern structure of the Lagartero Acropolis, Chiapas, Mexico. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *15*, 219-225. https://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.07.019

Salazar-Carrillo, M., Jiménez-Reyes, M., Tenorio, D. y de la Vega-Doria, S. (2018): Pre–Hispanic ceramics from the Popoloca Central Area, Mexico. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *21*, 367-379. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.08.012

Tenorio, D., Cabral, A., Bosch, P., Jiménez-Reyes, M. y Bulbulian, S. (1998): Differences in coloured obsidians from Sierra de Pachuca, Mexico. *Journal of Archaeological Science*, *25*(3), 229-234. https://doi.org/10.1006/jasc.1997.0236

Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Cabral-Prieto, A., Siles-Dotor, M. G., Flores-Ramírez, H., y Galván-Madrid, J. L. (2000): Archaeometry of pre-Hispanic pottery from San Luis Potosi, México. *Hyperfine Interactions*, *128*(4), 381-396. https://doi.org/10.1023/A:1012604203995

Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Rivero-Torres, S., Monroy-Guzmán, F. y Romero-Guzmán, E. T. (2010a): Characterization of archaeological ceramic from Lagartero, Chiapas, Mexico, by nuclear and conventional techniques. *Journal of the Mexican Chemical Society*, *54*(1), 40-45.

Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M. y Lagarde, G. (1997): Mexican obsidian samples analyzed by PIXE and AAS. *International Journal of PIXE*, *7*(01n02), 17-24.

Tenorio, M.D. y Jiménez-Reyes, M. (2012): Estudios arqueométricos del patrimonio cultural mexicano. Editorial Académica Española. 92 p.

Terreros, E., Tenorio, D. y Jiménez-Reyes, M. (2021): Botijas y peruleras en la Ciudad de México colonial: un estudio arqueométrico. *SPAL-Revista de Prehistoria y Arqueología*, 30(2), 340-355. https://dx.doi.org/10.12795/spal.2021.i30.XX

Terreros-Espinosa, E., Tenorio, D., y Jiménez-Reyes, M. (2021): Pre-Hispanic pottery from the Zoque area of Tabasco, Mexico: Provenance implications. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *35*, 102689. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102689

Villa-Córdoba, T., López-Palacios, J., Jiménez-Reyes, M. y Tenorio, D. (2012): Characterization of slate ornaments from Teotihuacan by nuclear and conventional techniques. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *292*(3), 1249-1258. https://dx.doi.org/10.1007/s10967-012-1648-7

# ANÁLISIS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL ESTUDIO DE LA ESTANDARIZACIÓN EN CERÁMICA DE ÉPOCA HISTÓRICA

**Miguel Busto Zapico***

**RESUMEN**

En esta investigación desarrollaremos una metodología de trabajo que, a través de la morfometría y los análisis estadísticos, nos ayudará a determinar el grado de estandarización de una producción cerámica. La metodología parte una caracterización morfométrica de cada pieza usando diferentes variables cuantitativas. Después se realiza una prueba de normalidad y se calcula el coeficiente de correlación. Tras esto, mediante análisis de agrupamiento, se identifican diferentes grupos. El análisis de componentes principales otorga información para entender mejor los clústeres obtenidos. El coeficiente de variación nos acercará al grado de estandarización de las producciones. Una vez que obtengamos dichos datos, podremos indagar acerca de las posibles unidades de medida que rigieron cada uno de los sistemas productivos cerámicos analizados. Los grupos cerámicos de estudio proceden de diferentes yacimientos con culturas y cronologías dispares. El primero de ellos, está compuesto por 40 individuos cerámicos de botijuelas o *Spanish olive jar*, procedentes de diversos yacimientos ibéricos, elaboradas en el suroeste de la península ibérica durante la Edad Moderna. El segundo grupo, lo conforman 30 piezas pertenecientes a la tipología Hayes-85 de *Late Roman Pottery* fabricadas en Túnez entre los siglos V y VI procedentes del puerto de Classe (Ravena, Italia). El tercer grupo está formado por 539 fragmentos cerámicos hallados en la Alhambra (Granada, España) y producidos entre el siglo XIV y el XVII. Aplicando este método obtendremos datos acerca del nivel de especialización artesanal, de las técnicas de elaboración y de las escalas de producción cerámica en el pasado

***Palabras clave: morfometría, estadística, coeficiente de variación, estandarización, botijuela, Hayes 85, nazarí.***

**ABSTRACT**

In this research, we shall combine morphometry and statistical analysis to establish standardization in ceramic productions. The methodology seeks the morphometric characterisation of each piece based on a number of quantitative variables; the normality of the data is determined and correlation coefficients calculated; cluster analysis is used to divide the data into groups, and the resulting clusters are analysed by principal component analysis. Finally, variation coefficients reflect the degree of standardisation of productions. With these data, we can analyse de measurement units that governed each of the ceramic production systems analysed. The ceramic groups under analysis come from a variety of sites, cultural settings and chronologies. The first group comprises 40 Spanish olive jars (*botijuelas*) from several Spanish sites (Sevilla, Basque Country and Asturias); the type was produced in the southwest Iberian Peninsula in the Early Modern Age. The second group is formed by 30 specimens of Hayes-85 *Late Roman Pottery* made in Tunisia during the 5th and 6th centuries, found in the port of Classe (Ravenna, Italy). The third group comprises 539 ceramic fragments found in the Alhambra (Granada, Spain), made between the 14th and the 17th centuries. The methodology explained above will provide evidence concerning the degree of craft specialisation, production techniques and scales of ceramic production in each setting.

***KEYWORDS: morphometry, statistics, coefficient of variation, standardization, Spanish olive jar, Hayes 85, Nasrid.***

* Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Grupo de Investigación en Patrimonio Construido (GPAC). Email: miguel.busto@ehu.eus; miguel.busto.zapico@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-8510-7469

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación trata de responder a preguntas acerca del cómo están elaboradas determinadas producciones cerámicas a través del estudio de su grado de estandarización. Nos centraremos en aspectos exclusivamente relacionados con la forma y la morfometría de las piezas. A través de la metodología desarrollada, exportable a un buen número de lotes cerámicos, podremos conocer el grado de especialización artesanal, obtener datos sobre las técnicas de elaboración y también de sus escalas de producción[1]. En este trabajo comenzaremos por desarrollar la hipótesis de partida y los objetivos que nos hemos marcado. Seguidamente describiremos las características de los lotes cerámicos sobre los que hemos aplicado la metodología de trabajo y, a través de ella, cuáles son los objetivos que buscamos alcanzar. Tras ello desarrollaremos de manera extensa el método de trabajo puesto en práctica sobre tres lotes cerámicos. Esta metodología parte de la caracterización y descripción de cada pieza utilizando los términos matemáticos que mejor la definen morfométricamente. Como paso previo al resto de análisis se analizará el grado de normalidad y el coeficiente de correlación que existe entre cada una de las variables morfométricas. Con estos datos se ejecutarán los análisis multivariable pertinentes; creando diferentes grupos a través del análisis de conglomerados (en adelante AC), e interpretando la esencia morfométrica de las diferentes piezas con un análisis de componentes principales (en adelante ACP). De cada uno de estos grupos se calculará el grado de estandarización en base al coeficiente de variación (en adelante CV). Por último, una vez conocidos todos estos datos, nos serviremos de diferentes análisis estadísticos para aproximarnos y tratar de averiguar cuáles eran las unidades de medida que regían las producciones cerámicas analizadas.

La hipótesis de este estudio es que, a través de una metodología concreta, fácilmente aplicable a la mayor parte de lotes cerámicos en contexto arqueológico, podemos medir la diversidad cerámica. Esta metodología comprende una serie de análisis estadísticos aplicados a variables morfométricas. Todo ello nos ayudará en el planteamiento y la consecución de objetivos básicos de investigación ceramológica como pueden ser determinar el grado de estandarización y conocer las unidades de medida que regularon o determinaron una producción cerámica. Una vez alcanzados éstos, podemos plantearnos objetivos aplicados de investigación histórico-arqueológica, como obtener datos acerca del nivel de especialización artesanal, del modo de producción, de las técnicas de elaboración y de las escalas de producción. Al mismo tiempo, podremos rastrear y extrapolar la evolución, los cambios y las continuidades en los sistemas económicos y sociales que produjeron esas piezas.

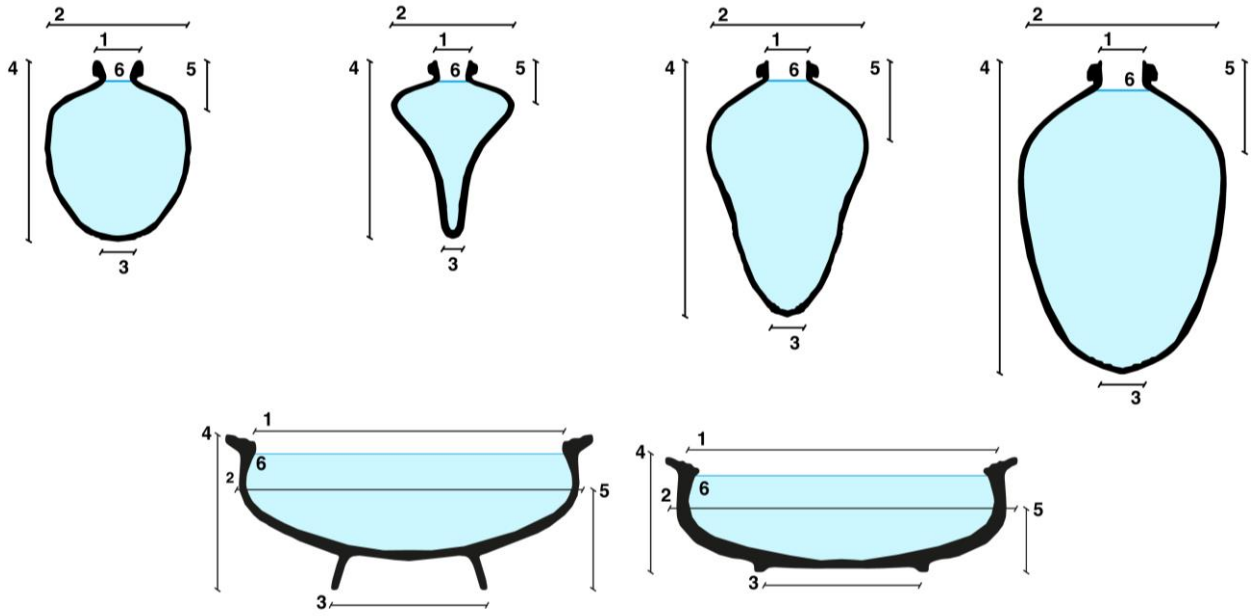



**Figura 1.** Perfiles más comunes del grupo de las botijuelas o *Spanish olive jar* analizadas (superior). Perfiles más comunes del grupo de Hayes-85 analizadas (inferior). En ambos casos se han señalado las variables morfométricas analizadas.

[1] Este artículo es la síntesis de un trabajo y experimentación metodológica que llevamos realizando desde el año 2016. Alguno de los resultados y el proceso de investigación han sido publicados en diferentes trabajos (Busto Zapico, 2018, 2020; Busto Zapico y Carrero Pazos, 2016; Busto Zapico y Cirelli, 2018, 2022; Busto Zapico y García Porras, 2021; Busto Zapico et al., 2017).

## 2. LOTES CERÁMICOS OBJETO DE ENSAYO

Para poner en práctica la metodología, hemos seleccionado tres lotes cerámicos procedentes de diversos yacimientos españoles e italianos, con culturas y cronologías dispares (Figuras 1 y 2). El primero de los lotes está compuesto por 40 individuos cerámicos de la producción conocida como botijuelas[2] o *Spanish olive jar* (Goggin, 1960). Las 40 piezas analizadas han sido halladas en España y ya estudiadas y clasificadas como botijuelas en trabajos previos. En concreto 28 proceden de Sevilla (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993), nueve del País Vasco (Azkarate Garai y Núñez Marcén, 1990/1991) y tres ejemplares de Asturias (Busto Zapico y Fernández López, 2018; Díaz Díaz, 2016). Se trata de contenedores para almacenar, conservar y transportar productos, tanto líquidos como sólidos, producidos desde finales del siglo XV hasta los siglos XVIII-XIX (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993; Escribano Cobo y Mederos Martín, 1999). Se apuntan como principales centros de producción Sevilla y Cádiz (Fernández de Marcos et al., 2017; Goggin, 1960; López Rosendo y Ruiz Gil, 2012).

El segundo lote está formado por un conjunto de 30 individuos perteneciente a la forma Hayes-85[3], dentro de las series conocidas como *Late Roman Pottery* (Hayes, 1972). De los ejemplares analizados, 29 de ellos provienen de Italia, del área portuaria de Classe (Cirelli, 2007) y uno de ellos del ágora de Atenas (Hayes, 1972: 130). En el caso italiano, estamos ante un hallazgo excepcional, dado que se trata de 29 ejemplares cerámicos completos o casi completos. La Hayes-85 es una cerámica para el servicio de mesa, tiene la forma de un vaso o copa potoria utilizada para el consumo de líquidos. Se realizaron en alfares localizados en el centro de Túnez (Mackensen, 2003), se elaborarían a partir del siglo V y hasta el primer cuarto del siglo VI (Mukai, 2016), periodo en el que la provincia de Túnez se encuentra bajo el control de los reyes vándalos.

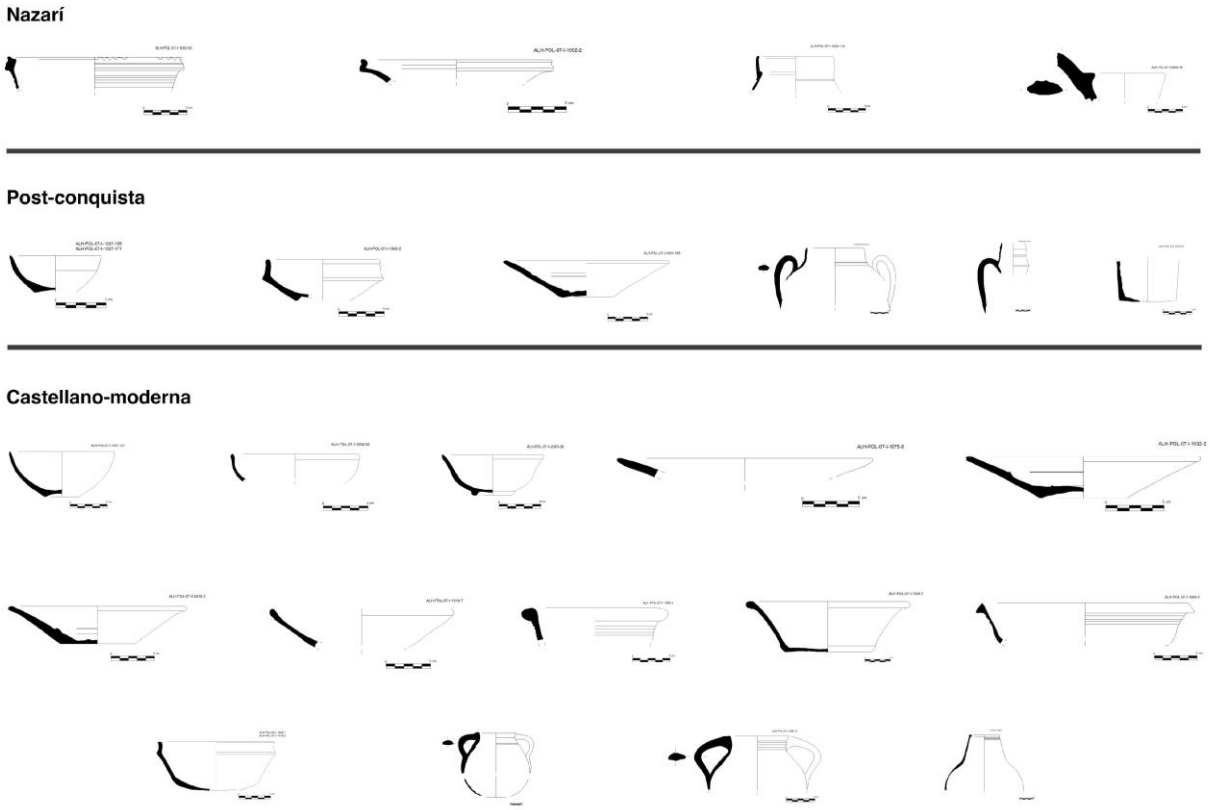



**Figura 2.** Tipologías analizadas pertenecientes al tercer lote: cerámicas nazaríes, cerámicas post-conquista y cerámicas castellano-modernas.

El tercer lote procede de contextos de abandono de las diferentes fases de ocupación del yacimiento del Polinario, un edificio integrado dentro del complejo palacial de los Abencerrajes, en la ciudad palatina de la Alhambra de Granada, que tras la conquista castellana pasó a ser una vivienda de uso privado (Busto Zapico 2013b; Malpica Cuello 1992). Estamos en este caso ante un conjunto cerámico muy variado formado por 539 fragmentos. Desde el punto de vista cronológico comprenden un período de tiempo que va del siglo XIV al XVII. Esta

[2] Un estudio estadístico preliminar sobre este lote ya ha sido publicado (Busto Zapico, 2018, 2020).

[3] Un estudio estadístico preliminar de la Hayes-85 ya ha sido abordado en trabajos precedentes (Busto Zapico, 2018; Busto Zapico y Cirelli, 2018, 2022).

diversidad nos permite un análisis comparativo que abarca los momentos de cambio y transformación desde la etapa final del periodo islámico en la península ibérica, con la conquista del Reino Nazarí (1492), hasta la Granada cristiano-latina, fruto de la conversión y expulsión definitiva de las comunidades moriscas. Al interior de este lote se han identificado tres grupos de producción diferentes (Busto Zapico y García Porras, 2021): cerámicas nazaríes (siglo XIV), cerámicas post-conquista (1492-1501) y cerámicas castellano-modernas (1502-1572).

Los dos primeros lotes nos ofrecen un buen número de ejemplares cerámicos completos o casi completos, de los que hemos podido obtener las variables necesarias para caracterizar sus formas en términos matemáticos y desarrollar todo el aparato metodológico. Por el contrario, el tercero de los grupos se encuentra en un estado de fragmentación bastante alto, por lo que el estudio está limitado a conocer el grado de estandarización de alguna de las variables morfométricas. Este conjunto resulta de extraordinaria utilidad dado que podemos ver la aplicación de nuestra metodología sobre un lote cerámico en un grado de conservación mucho más habitual en los contextos arqueológicos.

## 3. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

La metodología desarrollada toma como punto de partida la utilización de análisis estadísticos para la clasificación, análisis y estudio de la cerámica (Contreras Cortés, 1984; Fletcher y Lock, 2005; Moscati, 1987; Shennan, 1988), centrándose de manera concreta en la estandarización o diversidad de las producciones cerámicas (Orton, 1982: 25-64, 208-212; 2012; Orton y Hughes, 2013: 144-149) y la búsqueda de las medidas que condicionaron su producción (Holzhausen y Rottländer, 1970; Rottländer, 1966, 1967, 1968). Los diferentes puntos que tratar en la metodología propuesta son los siguientes: descripción del lote cerámico en términos matemáticos; análisis del grado de normalidad, junto con la correlación entre cada una de las variables; agrupamiento y clasificación mediante análisis multivariable; grado de estandarización; y, por último, normalización de la producción cerámica en base a unidades de medida concretas.

### *3.1. Descripción del lote en términos matemáticos*

La descripción de cada una de las piezas cerámicas a través de una serie de medidas o variables cuantitativas es el inicio de nuestra metodología. El objetivo ha sido el de codificar y describir la forma de cada pieza cerámica en términos matemáticos simples. El criterio de clasificación ha sido la forma, a partir de la cual se ha realizado una tipificación basada en la medición de sus dimensiones clave. Este tipo de clasificación que toma variables cuantitativas morfométricas ya ha demostrado su eficacia para el análisis cerámico (Aguilera Martín, 1998; Contreras Cortés, 1984; Contreras Cortés et al., 1988; Dorado Alejos et al., 2015; Fernández Martín, 2012; Hodder, 1979; Moscati, 1987: 71; Orton y Hughes, 2013: 190-202; Pinillos de la Granja, 2019; Rottländer, 1966; Shennan, 1988: 262-266) o de otros materiales arqueológicos (Fletcher y Lock, 2005: 5). Incluso combinado con técnicas de modelado en tres dimensiones (Esquivel Guerrero et al., 2008). En este estudio, las medidas o variables cuantitativas han sido las siguientes: diámetro del borde (variable 1), diámetro máximo (variable 2), diámetro de la base (variable 3), altura máxima (variable 4), altura del diámetro máximo (variable 5) y el volumen o capacidad neta[4] (variable 6). Debido a la alta fragmentación del tercer lote cerámico analizado, en este caso hemos tomado tres variables morfométricas: diámetro del borde (variable 1), grosor máximo (variable 2) y grosor mínimo del cuerpo (variable 3). Los datos obtenidos han sido la entrada de los posteriores análisis estadísticos[5].

### *3.2. Prueba de normalidad y coeficiente de correlación*

La prueba de normalidad y el coeficiente de correlación son una serie de análisis previos que nos ayudarán a entender mejor el comportamiento de nuestra muestra[6]. El primer análisis realizado ha sido el *Shapiro-Wilk test* (Shapiro y Wilk, 1965), para conocer la forma de la distribución de las variables objeto de estudio. El *Shapiro-Wilk test* es una de las pruebas estadísticas de normalidad utilizadas sobre muestras pequeñas (menores de 50 casos), usado ya en diferentes estudios arqueológicos (Barceló, 2007: 59-73; Carrero Pazos, 2017; Esquivel Guerre-

[4] El volumen o capacidad neta ha sido calculada a través del método desarrollado por Ramos Gil (2010) y la utilización de *Computer-aided design* (Busto Zapico, 2015: 207-213). En la actualidad el volumen comienza a tener mayor importancia en los estudios cerámicos incluso como método de cuantificación(Poulain, 2013: 110).

[5] Los datos en bruto de cada uno de los tres grupos cerámicos pueden consultarse en: Busto Zapico y Cirelli, 2018; Busto Zapico, 2020; y Busto Zapico y García Porras, 2021.

[6] Al tratarse de análisis previos, vistos los resultados y puesto que no condicionan al resto de análisis, en este trabajo solo se detallará el estudio realizado sobre el lote cerámico de las botijuelas o *Spanish olive jar*. Para el grupo de la Hayes-85 puede consultarse: Busto Zapico y Cirelli, 2018: 168-174.

ro et al., 2015; Galilea Martínez, 2007: 651-673). A través de esta prueba comparamos la distribución acumulada de valores de la muestra arqueológica con la distribución acumulada esperable en las condiciones establecidas por el modelo teórico (Barceló, 2007: 61-64). Cuando las variables están normalizadas quiere decir que ha existido una intencionalidad en la elaboración de estas piezas, que han sido producidas por una acción concreta y social de trabajo (Barceló, 2007: 59).

En el grupo de las botijuelas (Tabla 1), la significación probabilística de las variables 1, 2, 3 y 5 es un número mayor de 0,05 por lo que se concluye que están normalizadas (Barceló, 2007: 64). Dado que las variables normalizadas son las referentes al diámetro del borde, diámetro máximo, diámetro de la base y altura del diámetro máximo, parece indicarnos que estas piezas se tornearían en diferentes fases y que luego serían ensambladas, como ya apuntaban algunos autores (Azkarate Garai-Olaun y Núñez Marcén, 1990/1991: 162; Goggin, 1960: 26). Por otro lado, en las variables 4 y 6 los datos no se distribuyen de manera normal, dado que su significación probabilística es menor que 0,05 (Barceló, 2007: 64). Esto nos indica que primero se tornea la pieza hasta su diámetro máximo (de ahí la normalización de las variables 1, 2 y 5) y, por otro lado, se tornean los cuerpos de tamaños y volúmenes diferentes (lo que justifica que las variables 4 y 6 no estén normalizadas).

**Tabla 1.** Prueba de normalidad (*Shapiro-Wilk test*) realizada sobre 40 botijuelas.

| Variables | Casos analizados | Estadístico | Significación |
|---|---|---|---|
| Diámetro del borde (variable 1) | 40 | 0,957 | 0,128 |
| Diámetro máximo (variable 2) | 40 | 0,945 | 0,052 |
| Diámetro de la base (variable 3) | 40 | 0,983 | 0,806 |
| Altura máxima (variable 4) | 40 | 0,894 | 0,001 |
| Altura del diámetro máximo (variable 5) | 40 | 0,958 | 0,139 |
| Capacidad neta (variable 6) | 40 | 0,687 | 0,000 |

A través del estudio del coeficiente de correlación se puede conocer la existencia de una relación entre dos variables cuantitativas (Baxter, 2015: 33). En este caso, se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson (Barceló, 2007: 92-96; Fletcher y Lock, 2005: 118-123), análisis habitual en los estudios arqueológicos (Barceló, 2007: 85-98; Baxter, 2015: 33-38; Carrero Pazos, 2017; Dorado Alejos et al., 2015; Fletcher y Lock, 2005: 115-127; Orton, 1982: 57-58; Shennan, 1988: 126-131). Este análisis mide la fuerza de la relación entre dos variables medidas en intervalos, lo que permite caracterizar los principales aspectos de variación morfológica.

**Tabla 2.** Coeficiente de correlación de Pearson aplicado a 40 botijuelas.

| | Variable 1 | Variable 2 | Variable 3 | Variable 4 | Variable 5 | Variable 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable 1 | | 0,451 | 0,32 | 0,216 | 0,368 | 0,381 |
| Variable 2 | 0,451 | | 0,335 | 0,773 | 0,877 | 0,826 |
| Variable 3 | 0,32 | 0,335 | | 0,118 | 0,345 | 0,238 |
| Variable 4 | 0,216 | 0,773 | 0,118 | | 0,76 | 0,764 |
| Variable 5 | 0,368 | 0,877 | 0,345 | 0,76 | | 0,713 |
| Variable 6 | 0,381 | 0,826 | 0,238 | 0,764 | 0,713 | |

En los resultados de las botijuelas (Tabla 2), se observa como todas las variables están relacionadas de manera positiva entre ellas, es decir, a medida que los valores de una de las variables aumentan, la otra también aumenta (Barceló, 2007: 87). Existe una relación muy intensa entre la variable 2 y las variables: 5, 6, 4 y 1; lo que señala la importancia del diámetro máximo a la hora de elaborar estas piezas. Por otro lado, la variable 6, además de estar relacionada con la variable 2, tiene correlación con las variables 4 y 5; indicando que a mayor volumen es necesario: mayor altura, mayor diámetro máximo y mayor altura para el diámetro máximo. La variable 4 está correlacionada con la variable 5, lo que permite realizar hipótesis sobre el modo de producción. A mayor altura de la pieza el diámetro máximo tiene que desplazarse y distanciarse del borde, para dotar de estabilidad a la pieza. Por otro lado, no existe relación entre el diámetro del borde y la altura de la pieza, ni entre el diámetro de la base y la altura o el volumen. Estos últimos datos, parecen estar en relación con la factura en dos partes señalada con anterioridad.

### *3.3. Análisis de agrupamiento y clasificación: conglomerados y componentes principales*

A través de la descripción de los lotes en base a las variables morfométricas tomadas se pueden realizar diferentes análisis que nos permiten su clasificación o agrupación (Orton y Hughes 2013: 194). El método de agrupamiento utilizado ha sido la taxonomía numérica a través del AC, un método de agrupamiento utilizado habitual-

mente en las investigaciones arqueológicas y común en los estudios cerámicos (Aguilera Martín, 1998; Baxter, 2015: 140-184; Capel Martínez et al., 1991; Contreras Cortés et al., 1988; Fernández Martín, 2012; Fletcher y Lock, 2005: 140-145; Moscati, 1987: 77-89; Orton, 1982: 46-55; Shennan, 1988: 212-232; Wilcock y Shennan, 1975). El AC es un análisis multivariable que basándose en las similitudes o disimilitudes agrupa los casos en una serie de categorías. Por su parte, el ACP es un análisis estadístico multivariable de simplificación o reducción dado que, mediante la combinación lineal de las variables, se obtienen una serie de componentes principales (en adelante CP) que las resumen (Baxter, 2015: 48-62). De este modo, puede saberse cuáles son las características que más contribuyen a la variabilidad entre cada forma. El ACP para el estudio de la forma cerámica ya ha sido ampliamente utilizado en arqueología (Baxter, 2015: 48-99; Contreras Cortés, 1984; Dorado Alejos et al., 2020; Dorado Alejos et al., 2015; Fernández Martín, 2012; Moscati, 1987: 91-96; Orton, 1982: 56-62; Shennan, 1988: 245-270; Vico Triguero, 2016). Si los datos obtenidos a través del ACP los cruzamos con los datos emanados del AC, podemos comprender mejor la naturaleza de nuestros grupos y ver cómo se distribuyen.

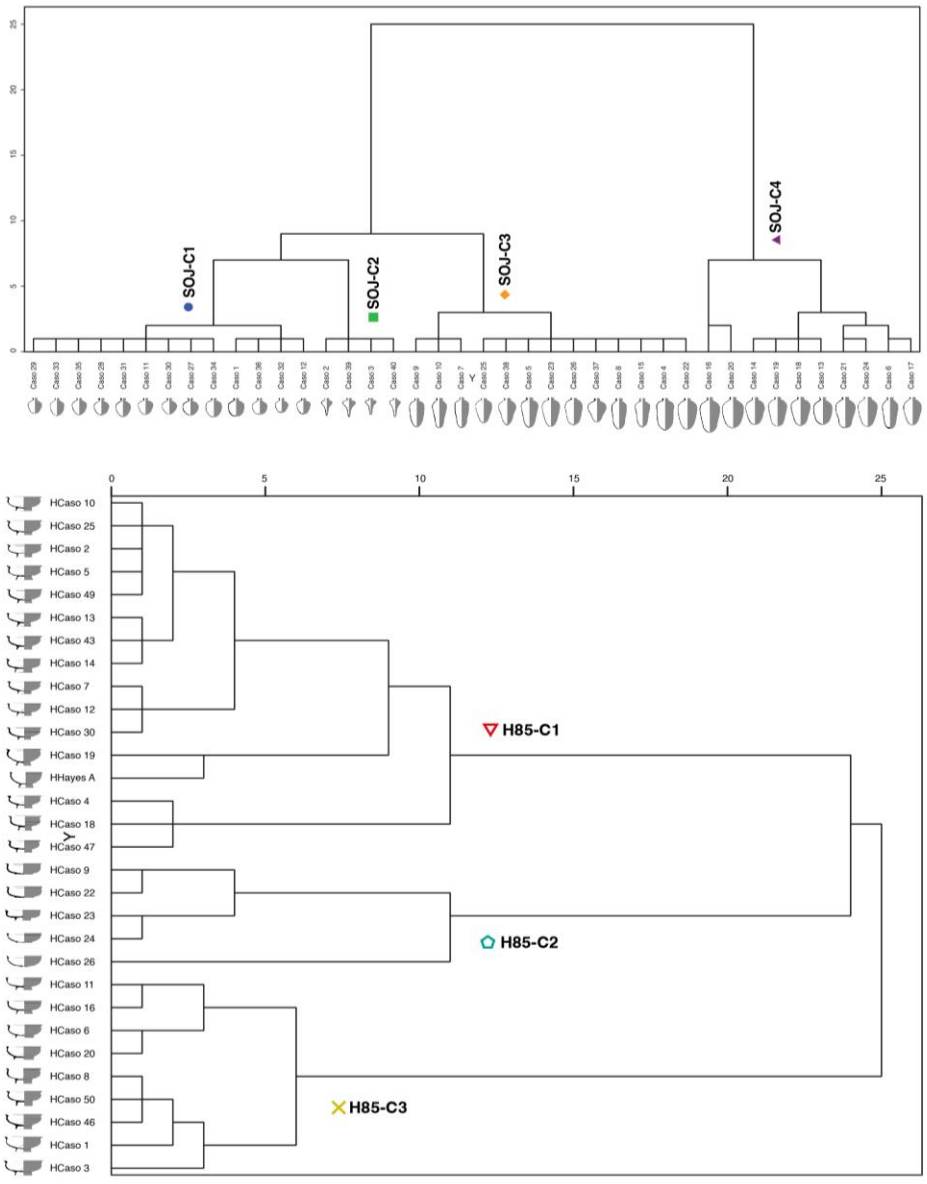



**Figura 3.** Resultados del análisis de agrupamiento, dendrogramas de los grupos: botijuelas o *Spanish olive jar* (superior) y Hayes-85 (inferior).

En el grupo de las botijuelas el dendrograma resultante del AC señala la existencia de cuatro grupos (Figura 3 superior). El primero de ellos, el SOJ-C1 (*Spanish olive jar – Clúster 1*), está formado por piezas de perfil circular y bastante compactas, que tienen similitudes con la serie *Botijuela Tipo B* (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 284, 309-210; Escribano Cobo y Mederos Martín, 1999: 200; Goggin, 1960: 28). El grupo SOJ-C2 (*Spanish*

*olive jar – Clúster 2*) está constituido por botijuelas de pequeño tamaño y capacidad, con una forma apuntada muy singular, la cual coincide con la *Botijuela Tipo D* (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 285, 311; Escribano Cobo y Mederos Martín, 1999: 200; Goggin, 1960: 28). El grupo SOJ-C3 (*Spanish olive jar – Clúster 3*), está integrado por piezas de gran tamaño y capacidad, con perfiles que tienden a la verticalidad y muestran un perfil piriforme. Estas cerámicas coinciden con la *Botijuela Tipo C* y algunas de las que se han clasificado como *Botijuela Tipo A* (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 283-285. 308-310; Escribano Cobo y Mederos Martín, 1999: 199-200; Goggin, 1960: 28). Por último, el SOJ-C4 (*Spanish olive jar – Clúster 4*) está conformado por las botijuelas de mayor capacidad, coincidiendo todas ellas con la *Botijuela Tipo A* (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 283-285; Escribano Cobo y Mederos Martín, 1999: 199; Goggin, 1960: 28). De este análisis se desprende la existencia de una relación entre los clústeres y las tipologías que se vienen diferenciando y estudiando en las últimas décadas (Figura 4 izquierda y Tabla 3). En lo referente a los resultados del ACP del grupo de las botijuelas, más del 79% de la variabilidad está determinada por los dos primeros CP. De este modo, las botijuelas preparadas para contener mayor volumen de líquidos tienen unos valores altos (SOJ-C3 y SOJ-C4), mientras que las piezas de capacidad y altura menor nos proporcionan valores negativos (SOJ-C1 y SOJ-C2). Por un lado, estarían las piezas más redondeadas y abiertas, por otro lado, las cerámicas con unas formas más estilizadas y apuntadas.

**Tabla 3.** Varianza total explicada (método de extracción: análisis de componentes principales).

| Componente | Total | Porcentaje de Varianza | Porcentaje Acumulado |
|---|---|---|---|
| SOJ CP 1 | 3,687 | 61,445 | 61,445 |
| SOJ CP 2 | 1,063 | 17,720 | 79,164 |
| SOJ CP 3 | 0,677 | 11,288 | 90,452 |
| SOJ CP 4 | 0,280 | 4,671 | 95,123 |
| SOJ CP 5 | 0,200 | 3,341 | 98,464 |
| SOJ CP 6 | 0,092 | 1,536 | 100,000 |
| H85 CP 1 | 2,498 | 41,626 | 41,626 |
| H85 CP 2 | 1,928 | 32,137 | 73,763 |
| H85 CP 3 | 0,932 | 15,534 | 89,297 |
| H85 CP 4 | 0,393 | 6,553 | 95,850 |
| H85 CP 5 | 0,187 | 3,110 | 98,960 |
| H85 CP 6 | 0,062 | 1,040 | 100,000 |

En el grupo de las Hayes-85, los resultados obtenidos del AC estructuran la muestra en tres clústeres que, a su vez pueden subdividirse en dos (Figura 3 inferior). El primer grupo es el clúster H85-C1 (*Hayes 85 – Clúster 1*) que se caracteriza por piezas con formas cerradas y robustas, con diámetros de borde y base de pequeño tamaño y con una altura y capacidad media (en este grupo es donde encontramos la forma *Hayes A*). El clúster H85-C2 (*Hayes 85 – Clúster 2*) agrupa a todas las piezas con un pie muy poco desarrollado o carente de él, por lo que tiene una menor altura, aunque la capacidad neta es muy similar a los otros dos grupos. Por último, el H85-C3 (*Hayes 85 – Clúster 3*) está constituido por las piezas más esbeltas con perfiles más abiertos y de mayor tamaño, teniendo en cuenta tanto su altura como su capacidad neta. Por su parte, los resultados del ACP del grupo de las Hayes-85, señalan lo siguiente (Figura 4 derecha y Tabla 3). El primer CP representa una proporción entre altura y diámetro. De este modo, las Hayes-85 más altas (H85-C3) y con menor diámetro (H85-C1) dan unos valores altos en este componente, por su parte aquellas piezas más bajas y cerradas darían unos valores negativos (H85-C2). El segundo CP, otorga unas puntuaciones elevadas a las copas bajas (H85-C2) y de mayor diámetro (H85-C3), frente a las piezas altas y cerradas (H85-C1). Casi el 42% de la variabilidad está contenida en el primer CP; por su parte, el segundo CP aporta más del 32%, mientras que el resto contribuyen de forma menor al conjunto de la variabilidad.

### *3.4. Grado de estandarización: coeficiente de variación*

La estandarización es un proceso de reducción de la variabilidad de los artefactos en varios niveles: composición de materias primas, técnicas de fabricación, formas y dimensiones, así como decoraciones (Fragnoli 2021). El concepto de estandarización se ha utilizado principalmente en los estudios de cerámica arqueológica como evidencia de la especialización artesanal, de este modo se trataría de un elemento esencial para rastrear el desarrollo de sistemas económicos y sociales complejos dentro de las sociedades pasadas (Orton y Hughes 2013: 144-149). El supuesto subyacente es que un alto grado de estandarización u homogeneidad en los atributos de los recipientes refleja la producción en masa, mientras que la heterogeneidad se toma para indicar la producción doméstica (Blackman et al. 1993: 61). Estudiando el grado de estandarización podremos interpolar el nivel de especializa-

ción pudiendo indicar si son producciones industriales, artesanales o domésticas (Orton y Hughes 2013: 147). Cuanto más concentrada y centralizada está la producción de la cerámica, menos diverso y más estándar se vuelve el producto final. Diferentes investigaciones han asumido que la estandarización es el resultado de una tasa de producción más alta, característica de una organización económica y social compleja (Clark y Parry 1990; Costin 1991; Costin y Hagstrum 1995; Fragnoli 2021; Roux 2003; Sinopoli 1991; entre otros). Aquí nos fijaremos de manera concreta en la estandarización y la diversidad del producto o, lo que es lo mismo, la variación de la forma cerámica, a través del cálculo del CV.

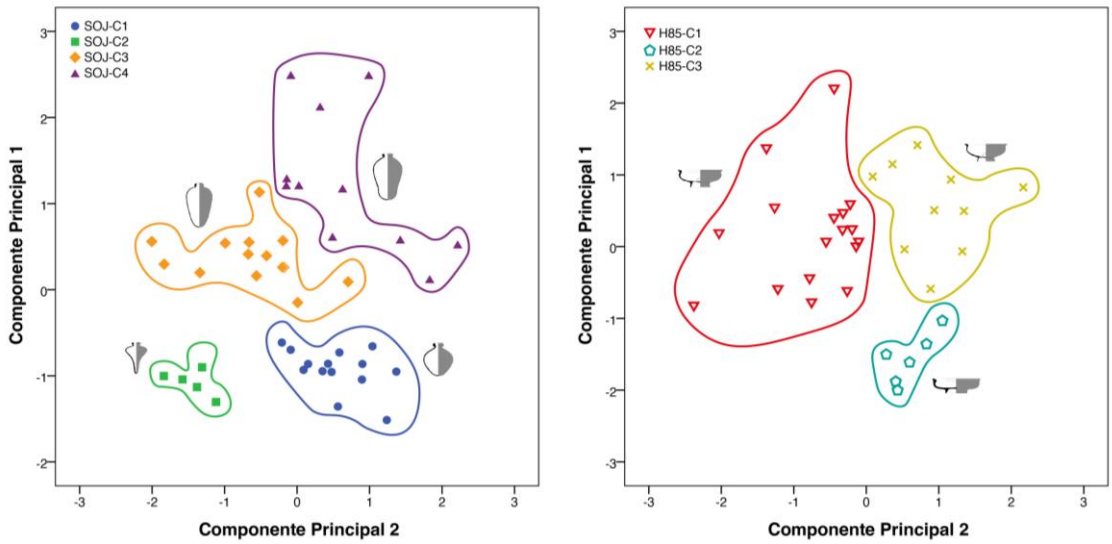



**Figura 4.** Diagrama de dispersión de puntos mediante Análisis de Componentes Principales de los grupos: botijuelas o *Spanish olive jar* (izquierda) y Hayes-85 (derecha).

**Tabla 4.** Coeficiente de Variación.

| Clúster / Tipología | Variable 1 | Variable 2 | Variable 3 | Variable 4 | Variable 5 | Variable 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SOJ-C1 | 10,77 | 5,47 | 18,30 | 7,54 | 13,03 | 28,76 |
| SOJ-C2 | 8,67 | 9,43 | 17,97 | 6,72 | 7,15 | 28,58 |
| SOJ-C3 | 17,32 | 8,34 | 17,23 | 10,06 | 12,44 | 34,43 |
| SOJ-C4 | 17,06 | 14,45 | 20,77 | 11,61 | 15,87 | 35,93 |
| H85-C1 | 3,60 | 3,07 | 6,35 | 8,50 | 12,80 | 15,34 |
| H85-C2 | 2,23 | 0,93 | 28,58 | 6,57 | 8,71 | 18,46 |
| H85-C3 | 2,73 | 2,90 | 8,768 | 8,57 | 8,72 | 12,32 |
| Nazarí Cazuela T-I | 20,26 | 18,87 | 27,92 | | | |
| Nazarí Ataifor I | 39,67 | 18,00 | 20,57 | | | |
| Nazaría Olla T-I | 20,22 | 26,87 | 26,23 | | | |
| Nazarí Jarra I | 19,35 | 25,62 | 20,10 | | | |
| Post-conquista Cuenco I | 7,42 | 24,47 | 21,92 | | | |
| Post-conquista Escudilla III | 16,78 | 16,69 | 33,81 | | | |
| Post-conquista Plato III | 7,54 | 29,21 | 22,65 | | | |
| Post-conquista Olla IV | 37,50 | 34,35 | 42,37 | | | |
| Post-conquista Jarra III | 18,22 | 31,93 | 30,07 | | | |
| Post-conquista Jarra VII | 26,88 | 27,29 | 28,49 | | | |
| Castellano-moderna Cuenco IV | 12,30 | 20,18 | 14,61 | | | |
| Castellano-moderna Cuenco VI | 17,36 | 21,84 | 23,63 | | | |
| Castellano-moderna Cuenco VII | 3,45 | 15,15 | 28,28 | | | |
| Castellano-moderna Plato II | 27,09 | 24,53 | 26,65 | | | |
| Castellano-moderna Plato IV | 11,40 | 22,24 | 21,54 | | | |
| Castellano-moderna Plato VII | 15,18 | 32,99 | 29,69 | | | |
| Castellano-moderna Plato XIV | 28,84 | 33,01 | 36,43 | | | |
| Castellano-moderna Lebrillo IV | 22,54 | 41,88 | 23,29 | | | |
| Castellano-moderna Lebrillo VI | 11,99 | 20,60 | 21,93 | | | |
| Castellano-moderna Cazuela II | 24,28 | 23,18 | 29,17 | | | |
| Castellano-moderna Cazuela III | 27,10 | 54,85 | 36,51 | | | |
| Castellano-moderna Olla II | 21,53 | 34,74 | 19,82 | | | |
| Castellano-moderna Olla III | 28,57 | 36,18 | 33,86 | | | |
| Castellano-moderna Jarra II | 44,15 | 22,76 | 19,23 | | | |

El CV se define como la desviación estándar de la muestra dividida por el valor medio de ésta, a menudo multiplicado por 100 y expresado como porcentaje (Orton 2012; Orton y Hughes 2013; Shennan 1988: 56-57). La variabilidad también puede medirse estadísticamente mediante la desviación estándar, aunque se usa el CV porque escala la variabilidad al tamaño de la variable (Costin y Hagstrum: 1995: 631). El CV es comúnmente utilizado en estudios de composición cerámica (Živković et al. 2021a, 2021b), y se defiende su uso tanto para datos geoquímicos y petrográficos de análisis cerámico, como para cualquier dato arqueológico de naturaleza tanto métrica como no métrica para evaluar el grado de estandarización de la artesanía (Fragnoli 2021). De hecho, se ha afirmado que el CV debe ser la estadística estándar en los estudios de variación (Eerkens y Bettinger 2001: 502). En nuestra metodología nos hemos fijado en la estandarización morfológica de las tipologías cerámicas a través del cálculo del CV de toda una serie de variables morfométricas.

Hemos tenido en cuenta diferentes constantes en el CV para conocer la existencia de un mayor o menor grado de estandarización. Siguiendo estos estudios podemos interpolar el uso de normas que condicionan la producción, la aleatoriedad de las tipologías, la escala de producción e, incluso, el volumen de piezas producidas. Hasta el momento estas constantes se conocen principalmente a través de estudios etnoarqueológicos, lo que no ha impedido su aplicación a lotes de cerámica arqueológica de diversas cronologías (Roux 2003: 770; Orton 2012). Los valores de referencia en el CV que revelan un mayor o menor grado de estandarización y, a través de ello, características de la producción, son los siguientes. Un CV igual o superior al 57,7% representa la variación esperada bajo una producción realizada en condiciones aleatorias (Eerkens y Bettinger 2001: 497). Una variación por encima del 57,75% sugiere una inflación intencional de la variación y puede indicar situaciones en las que los ceramistas intentan activamente diferenciar sus productos de los de los demás, aumentando así la variación (Eerkens y Bettinger 2001: 497). Un CV entre un 6 y un 9% se asocia con la producción en pequeña escala y trabajadores especialistas a tiempo parcial, con una producción máxima de 6000 piezas al año por alfarero (Roux 2003: 780). Otra constante señala cómo los alfareros expertos se mueven en unos rangos que oscilan entre el 2-3 y el 6% de CV (Longacre 1999: 49-53). De hecho, investigaciones señalan que un CV entre el 2,5 y el 4,5% es el mínimo error alcanzable en la producción manual sin el uso de reglas externas (Eerkens 2000: 667). Un CV entre un 3 y un 6% se asocia con una escala de producción y un grado de especialización de rango medio, en el que los alfareros producirían entre 4000 y 14000 piezas por año (Roux 2003: 780). Por otro lado, un CV por debajo del 3% sugiere una producción a gran escala y altamente especializada, con una producción de más de 14000 piezas por alfarero al año (Roux 2003: 780). Se ha estimado que el 1,7% de CV es el límite inferior teórico o la variación mínima obtenida en un proceso artesanal, debido a las limitaciones de la percepción humana (Eerkens y Bettinger 2001: 495; Ogle 1950: 231). Si el CV es menor al 1,7%, ha existido una automatización de la producción, a través del uso de una serie de normas y regulaciones (Eerkens y Bettinger 2001: 495-496). En este sentido, un CV inferior al 1,7% sugiere el uso de una escala o plantilla externa para medir y fabricar las piezas, o una producción mecánica con la ayuda de un molde (Eerkens y Bettinger 2001: 497). Suponemos que estos modelos son extrapolables a los lotes aquí analizados, aunque siempre hemos de entender que la estandarización es una medida relativa dependiente de muchos factores (Costin, 2001: 301-303).

El CV de los clústeres del grupo de las botijuelas es, en todas las variables, inferior al 57,7%, lo que ha de interpretarse como una producción no elaborada de manera aleatoria (Tabla 4). El SOJ-C4 es la tipología con unos índices de CV más altos, por lo tanto, menos estandarizada. La variabilidad del SOJ-C4 puede explicarse a causa del gran tamaño de las piezas que conforman este grupo, dado que la estandarización disminuye linealmente con el tamaño del objeto (Revello Lami, 2014: 8). Por otro lado, el SOJ-C2 es la tipología que presenta un CV más bajo con cuatro variables altamente estandarizadas, todas ellas inferiores al 10%. Por su parte el SOJ-C1, es la segunda tipología más estandarizada, con una de las variables inferior al 6% de CV. Por lo que respecta al análisis de las variables de manera individual, al interior de cada clúster, las variables 2 y 4 son las más estandarizadas, mientras que la 6 presenta una mayor variabilidad. Nueve de las variables analizadas muestran un CV de un 10% o inferior, lo que indica una elaboración regular llevada a cabo por artesanos especialistas con una dedicación a tiempo parcial que fabricarían unas 6000 piezas anuales. Dos de las variables tiene un CV de un 6% o inferior, indicando una producción de alfareros expertos que podrían llegar a producir 14000 piezas al año.

En el grupo de las copas Hayes-85 (Tabla 4), al igual que en las botijuelas, todos los CV son inferiores al 57,7%, por lo tanto, en todos los grupos observamos la existencia de estandarización. Prácticamente la totalidad del CV de las variables analizadas es menor del 18%, lo que es indicativo de la estandarización existente. Además, debe de tratarse de producciones realizadas por alfareros expertos, dado que casi un tercio de las variables tienen un CV que no llega al 6%. Hay variables con un CV interior al 1,7%, lo que nos indica el uso de normas y la utilización de reglas externas para la automatización y regulación de la producción. Si nos fijamos en las variables de manera independiente, aquellas que aparecen más estandarizadas son la 1, 2 y 3, relacionadas con el diámetro de las copas. Estos datos nos permiten afirmar que estamos ante una producción de rango medio o medio-alto con

una producción mínima de 6000 piezas por alfarero al año, pudiendo alcanzar las 14000. Se trataría de artesanos especializados que se valdrían de una escala, plantilla o molde para fabricar las piezas.

En el tercer grupo objeto de análisis por las características de la alta fragmentación de la muestra[7], no se han podido realizar el resto de los análisis estadísticos hasta ahora descritos, pero sí los referentes al CV (Tabla 4). Estos resultados nos han permitido observar diferencias notables entre cada una de las producciones identificadas (Busto Zapico y García Porras, 2021). Las cerámicas nazaríes presentan una estandarización considerable, dado que todas las tipologías analizadas poseen un CV inferior al 40%, lo que nos indica que son cerámicas realizadas en condiciones no aleatorias. El índice de CV más alto para este periodo es del 39,67%, mientras que en el resto se mueve en unos porcentajes medios del 25%. Esto debería indicarnos que nos encontramos, por un lado, ante una producción a pequeña escala, realizada por trabajadores no especializados, con una producción que no debía de alcanzar las 6000 piezas al año por alfarero y sin reglas o condicionantes externos, es decir, no se contempla el uso de moldes o plantillas para elaborar el perfil de las piezas. No podemos descartar que los alfareros estén tratando activamente de diferenciar sus productos, aumentando así la variación de la forma y el perfil (Eerkens y Bettinger 2001: 497). Las cerámicas post-conquista muestran un CV inferior al 57,7%, por lo que estamos ante unas producciones realizadas en condiciones no aleatorias. Dos tipologías muestran un CV inferior a 8% en lo referente al diámetro del borde, lo que se asocia con una producción a pequeña escala, con trabajadores especialistas a tiempo parcial y con una producción máxima de 6000 piezas al año por alfarero. En comparación con las tipologías del periodo anterior creemos observar una tendencia hacia unos CV menores, lo que podríamos relacionar con una pérdida de la singularidad formal de las tipologías y un paulatino aumento del volumen productivo de los talleres cerámicos granadinos. Las producciones cerámicas castellano-modernas tienen un CV siempre inferior al 57,7%, dentro de esta la cerámica de mesa tiene unos valores de CV más bajos que el resto de los grupos funcionales, por lo que nos indica una mayor estandarización, de hecho, una de las tipologías muestra un CV inferior al 3,5%. Como ya hemos señalado, un CV entre 3-6% se asocia con una escala de producción y un grado de especialización de rango medio, en el que los alfareros producirían entre 4000 y 14000 piezas por año. Este fenómeno puede indicarnos el inicio de una producción cerámica concentrada en un número limitado de talleres con un volumen medio de producción en donde no hay espacio para las particularidades de cada artesano.

### *3.5. Normalización de la producción*

Una vez conocido el grado de estandarización de una producción cerámica, se pueden tratar de averiguar las unidades de medida utilizadas en su fabricación, es decir, algunas de las normas o reglas externas que condicionaron a los alfareros en su elaboración. Estudios similares al aquí planteado se han realizado sobre diferentes producciones de época romana (Busto Zapico y Cirelli, 2022; Holzhausen y Rottländer, 1970; Orton, 1982: 221-225; Rottländer, 1966, 1967, 1968).

En el grupo de las botijuelas, al tratarse de una producción dedicada al comercio y al transporte de mercancías, su producción debería contar con unas medidas y capacidades reguladas. Para poner a prueba la hipótesis se han convertido las variables 1, 2, 3, 4 y 6 a unidades de medida utilizadas en Sevilla en la época de producción de las piezas objeto de análisis (Figuras 5 superior y 6 izquierda). La unidad de longitud elegida ha sido el *palmo* (209 milímetros) y las unidades de capacidad: la *cántara* (16,13 litros), ligada principalmente al transporte de vino, y la *arroba* (12,56 litros), relacionada con el aceite (Gutiérrez Bringas, 1996: 248; Puente Feliz, 1982: 121-123). En las gráficas puede observarse cómo la gran mayoría de las medidas de las botijuelas coinciden con múltiplos o fracciones de *palmo*. Además, por lo que se refiere a la variable 4, parece observarse una tendencia y la existencia de dos grupos. Uno de ellos concentrado en torno a 2,5 *palmos* y el otro a 1,5 *palmos*. En la variable 2, todas las piezas se agrupan principalmente cerca de 1,25 *palmos*. Por lo que respecta a la variable 3, hay una preferencia por las medidas que se enmarcan entre 0,4 y 0,3 *palmos* (lo mismo sucede en la variable 1). Por otro lado, en el histograma se aprecia cómo la capacidad de las botijuelas tiende a agruparse en unidades, múltiplos o fracciones de *cántara* y de *arroba*. De hecho, puede observarse la existencia de una especialización de cada clúster dado que vienen a coincidir con unidades de capacidad concretas y específicas de un líquido. Una botijuela del clúster SOJ-C1 transportaría, muy probablemente, media *arroba* de aceite, o quizá un tercio de *cántara* de vino o un *celemín* y medio de algún cereal, dado que esta última es una medida de capacidad para áridos utilizada en Castilla en la Edad Moderna (Puente Feliz, 1982: 125). Las botijuelas SOJ-C2 podrían trasportar 3 *cuartillos* o 1,5 *azumbres* de vino, así como 3 *libras* de aceite, todas ellas medidas castellanas (Gutiérrez Bringas, 1996: 248). Por su parte, muy probadamente, una botijuela del SOJ-C3 transportaría 3 *arrobas* de aceite o 2 *cántaras* y media de vino, coincidiendo

[7] Para un estudio de cada una de las tipologías puede consultarse: (Busto Zapico, 2013a, 2013b).

estas medidas con la capacidad estimada para una *botija perulera* (22,5 litros) según la documentación del comercio canario (Lobo Cabrera, 1993: 41-177). Por último, las capacidades de las botijuelas SOJ-C4 coinciden con medidas de *cántara* y *arroba*, aunque parecen estar más relacionadas con esta última.

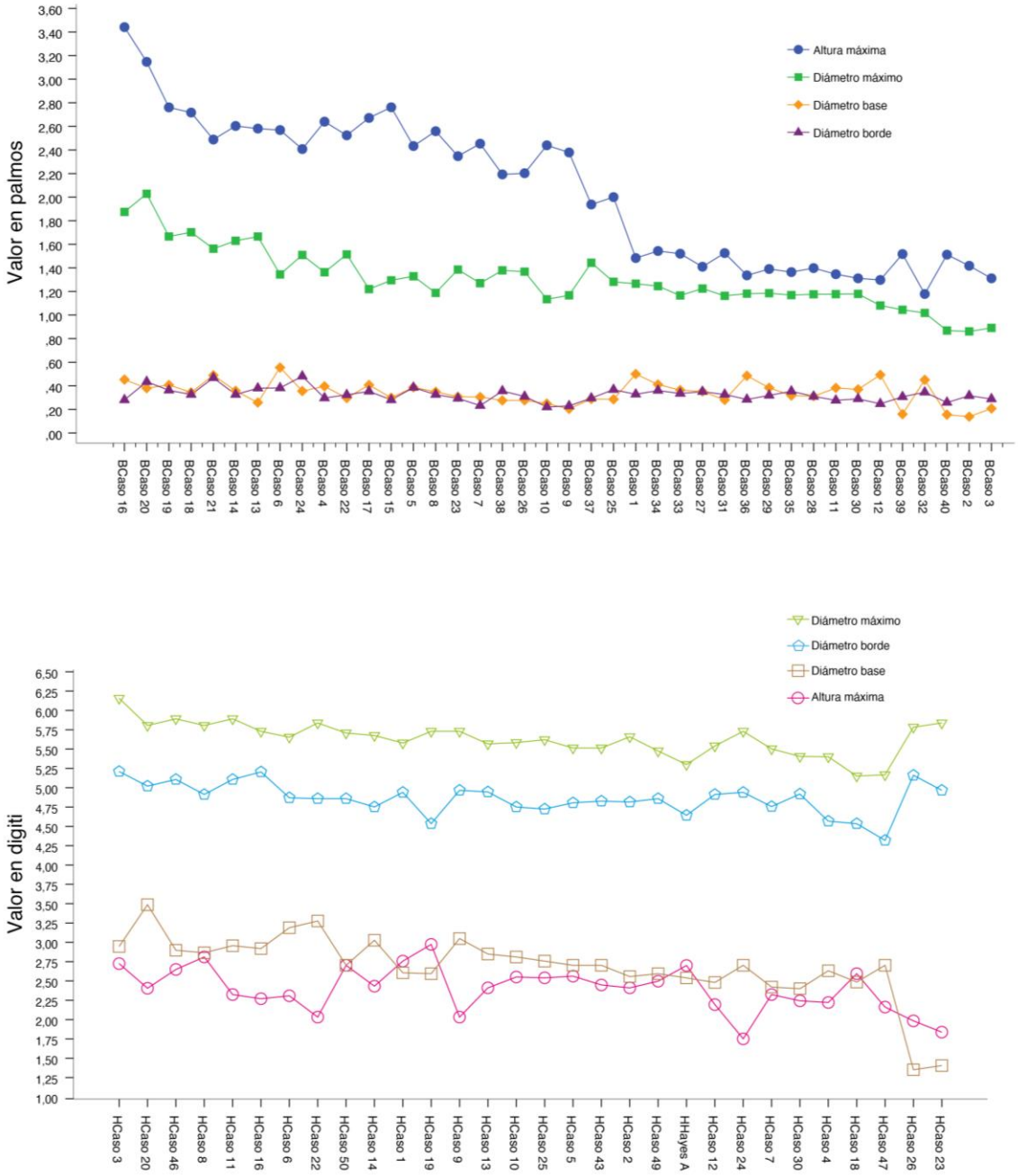



**Figura 5.** Gráficas de líneas con los valores de las variables 1-4 en una escala de *palmos* para el grupo de las botijuelas (superior) y de *digiti* para el grupo de las Hayes-85 (inferior).

En el grupo de las copas Hayes-85, según nuestra hipótesis, los altos índices de estandarización sólo pueden explicarse si su producción estuvo regulada y sistematizada siguiendo una serie de unidades de medida de época romana que deberían estar en uso en el área tunecina hacia el siglo V-VI. Para comprobarlo hemos transformado las variables 1, 2, 3 y 4 del sistema métrico decimal a una unidad métrica romana: el *digitus* (18,5 milímetros), comprobación ya realizada por Rottländer sobre otras tipologías cerámicas romanas (1966). Además, hemos transformado a *sextans* (0,09 litros), unidad de capacidad romana, la variable 6 (Figuras 5 inferior y 6 derecha). Al realizar esta transformación podemos observar cómo la mayor parte de las medidas de estas copas coinciden con

unidades de *digiti* prácticamente exactas, como, por ejemplo, los diámetros del borde, casi todos ellos de 6 *digiti*. Si nos fijamos en la capacidad neta, las capacidades de estas copas parecen agruparse en unidades o múltiplos de *sextans*. De esta forma, habría dos grupos con volúmenes diferentes, uno media unos 1,4 *sextantes* y el otro oscilaría entre 1,7 - 1,9. Creemos que estos valores no pueden ser aleatorios, sino que indican una clara correspondencia entre las dimensiones de estas producciones y unidades de medida romanas. En consecuencia, si antes apuntábamos que para explicar en CV tan bajo tenían que existir reglas externas que condicionaran el trabajo de los alfareros, muy probablemente estas reglas estaban formuladas teniendo en cuenta las unidades de *digiti* y *sextantes*.

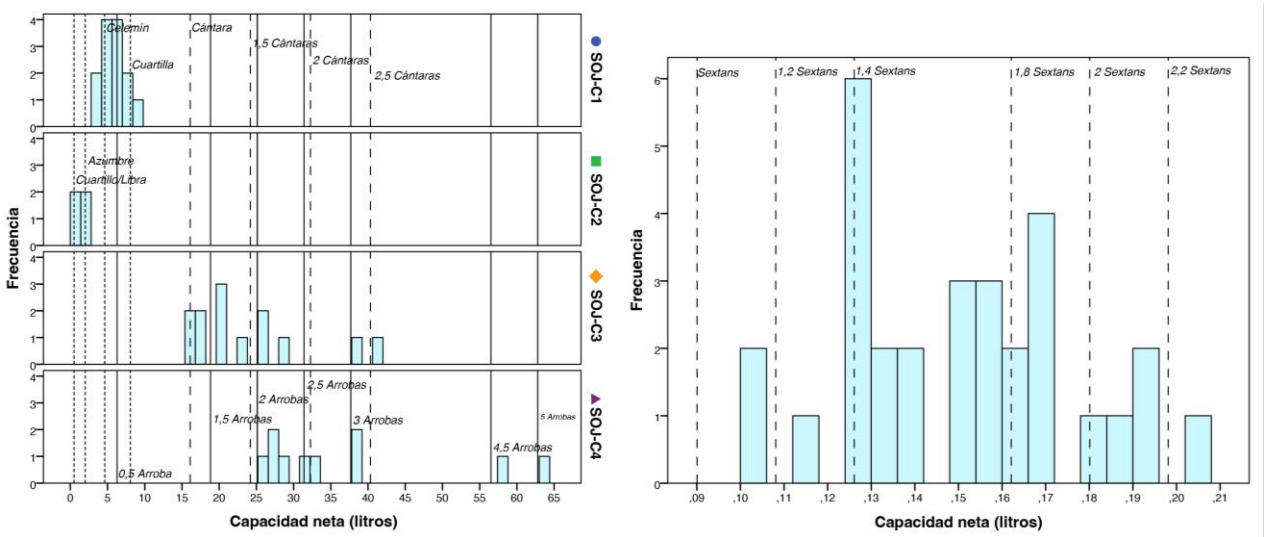



**Figura 6.** Histogramas de la capacidad neta (variable 6) en diferentes unidades de *cántara* y *arroba* para el grupo de las botijuelas (izquierda) y de *sextans* para el grupo de la Hayes-85(derecha).

## 4. RESULTADOS

Los análisis desarrollados han aportado resultados que nos permiten estudiar los tres grupos cerámicos seleccionados desde otras perspectivas. Con la metodología enunciada conocemos más acerca del grado de estandarización de una producción cerámica, de las unidades de medida que regularon o determinaron su producción, el nivel de especialización artesanal, su modo de producción, las técnicas de elaboración y las escalas de producción. Con todo ello, podemos incluso rastrear los cambios y las continuidades en los sistemas económicos y sociales que las produjeron.

En el caso de las botijuelas y en lo que se refiere a su fabricación, la normalización o la carencia de ella en algunas de sus variables nos indica una elaboración en dos partes que luego serían unidas. Por lo que respecta a la estandarización, los datos la señalan de una manera clara. Su alto grado que debería ser fruto de su marcada funcionalidad. En lo referente al nivel de profesionalización del artesanado y la escala de producción, estaríamos ante un nivel de especialización y producción medio-alto, en el que cada alfarero produciría al menos 6000 piezas anuales. Además, existirían unas reglas externas que regirían la producción, pudiendo valerse los alfareros de algún tipo de útil o herramienta, como puede ser una cuerda o un listón de madera, para obtener las medidas de *palmos* deseadas. En lo que se refiere al volumen, las coincidencias con medidas como la *cántara* y la *arroba* vienen a corroborar y demostrar que estas producciones están ligadas principalmente al transporte de líquidos. No debemos olvidar que el destino principal de las botijuelas fue sin duda el transporte de vino y aceite para las Indias, productos cuyo cultivo fue muy pronto prohibido en América por decreto real (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 286). Junto a estos dos productos, y en las unidades de medida señaladas, las botijuelas transportarían: aceitunas, vinagre, garbanzos, alcaparras, habas, miel, pescado, arroz, harina o jabón; tal y como aparecen recogidos en las listas de fletes que partían del puerto de Sevilla con destino a América (Amores Carredano y Chisvert Jiménez, 1993: 286). Estas normas de producción deben tener su origen en alguna institución que controlaba y reglamentaba el comercio. Nuestra teoría, apoyada en un fuerte argumento estadístico, es que existía algún tipo de legislación que dictaba la forma física de las botijuelas.

En el caso de la copa Hayes-85, hemos comprobado cómo el análisis multivariable empleado es un método válido de clasificación y compatible con los estudios más tradicionales, incluso más preciso. Así, nos ha permitido clasificar estas copas en torno a tres tipos diferentes (Busto Zapico y Cirelli, 2018: 180-182), matizando los estudios de Hayes y todos los trabajos posteriores derivados de su investigación, dado que solo reconocían dos formas: Hayes-85 A, Hayes-85 B (Hayes, 1972: 130-133). La tercera variante identificada, que podríamos llamar

variante "C" (Busto Zapico y Cirelli, 2018: 180-182), podría considerarse una evolución de este grupo morfológico hacia copas más recientes como la forma Hayes 101 (Mackensen 1993). Además, con la metodología desarrollada se demuestra que las copas Hayes-85 son producciones altamente estandarizadas y condicionadas por la unidad de medida del *digitus* y la unidad de volumen del *sextans*. Alfareros tunecinos especializados con la ayuda de plantillas o moldes desarrollarían una producción de rango medio o medio-alto que se movería entre las 6000 y 14000 piezas al año. Por tanto, a pesar de que Túnez se encontraba, en el momento de producción de estas piezas, bajo el dominio de los vándalos se mantienen los métodos de producción y las normas de época romana (Busto Zapico y Cirelli, 2018: 181). La conservación del aparato productivo destinado a la exportación ocurrió a pesar del cambio en el régimen fiscal y el fin de la recaudación de impuestos del estado imperial, simultáneamente con el nacimiento de un sistema monetario regional (German 2011, 118; Munzi 2013, 72). Los datos de nuestra experimentación confirman el mantenimiento de una estructura económica y una intensidad de producción similar a la de la época imperial tardía. Esta conclusión probablemente pueda aplicarse a otros ámbitos económicos y sociales del norte de África en la Antigüedad tardía y la Alta Edad Media (Busto Zapico y Cirelli, 2018: 181-182).

En lo referente al tercer lote analizado, se han constatado las diferencias y observado algunas claves del proceso evolutivo entre tres grupos cerámicos: producciones cerámicas nazaríes, producciones cerámicas post-conquista y producciones cerámicas castellano-modernas (Busto Zapico y García Porras, 2021). Según nuestros análisis, la producción cerámica en época nazarí estaba elaborada en unas condiciones no aleatorias, pero sin unas reglas que condicionasen sus formas como podrían ser el uso de moldes o plantillas, quizá debido a que estamos ante unas piezas con una estética buscada y mucho más marcada, lo que da como resultado formas más singulares. Se trataría de una producción a pequeña escala, realizada por artesanos no especializados. La producción cerámica post-conquista, además de ofrecer unas tipologías con formas no aleatorias, sería realizada por alfareros con cierto grado de especialización que llegarían a elaborar unas 6000 piezas al año, niveles propios de una producción a pequeña escala. Las cerámicas castellano-modernas están asociadas con una escala de producción y un grado de especialización de rango medio, en el que los alfareros producirían entre 4000 y 14000 piezas por año, probablemente condicionados por el uso de unas reglas externas fruto de una organización del trabajo y de los ambientes productivos. Por el momento, en los datos no se observa una ruptura entre la producción medieval y la moderna sino un proceso de transición. Una explicación de estos cambios tecnológicos podría buscarse en las fluctuaciones políticas y los movimientos de población característicos en un ambiente de frontera (Živković et al. 2021a, 2021b).

## 5. CONCLUSIONES

La metodología diseñada y descrita en esta investigación ha originado datos estadísticos cuantitativos y ha identificado el nivel de estandarización utilizado en la producción de tres grupos cerámicos procedentes de diversos yacimientos, con culturas y cronologías muy distintas. El uso de la estadística ha aportado nuevos datos al estudio morfológico y tipológico de estos lotes, demostrando que los análisis multivariantes son un método válido para clasificar la cerámica y pueden complementar los enfoques más tradicionales. Además, para el grupo de las botijuelas y de las copas Hayes-85 se han identificado las unidades que condicionaron y normalizaron su elaboración, relacionando cada uno de los tipos con unidades específicas. Damos por tanto por alcanzados tanto los objetivos básicos de investigación ceramológica, como los objetivos aplicados de investigación histórico-arqueológica, que a través de esta metodología nos habíamos planteado alcanzar.

Entre los análisis realizados, la prueba de normalidad nos ha aportado información sobre la forma de producir las piezas; a través del análisis de conglomerados hemos podido crear grupos tipológicos basados en criterios estadísticos; y con el coeficiente de variación hemos podido conocer la estandarización de las piezas y ponerlas en relación con las unidades de medida utilizadas en su época. El coeficiente de correlación y el análisis de componentes principales no fueron tan concluyentes, aunque han sido de gran utilidad para contextualizar y comprender el resto de los análisis. Para obtener resultados significativos, se debe aplicar a por lo menos 30 ejemplares o individuos cerámicos, que sean además originarios del mismo lugar de producción. Cada uno de estos individuos debe tener una serie de variables morfométricas que pueden medirse fácilmente. Si la muestra cumple con estas características, podemos aplicar la metodología.

A modo de prospectiva, sería de utilidad continuar este método de trabajo en diferentes líneas. Por un lado, se ha de observar cómo varían los resultados al introducir un mayor número de piezas en el estudio. También, cómo afecta la inclusión de nuevas variables morfométricas o la extracción de alguna de las ya utilizadas. Del mismo modo sería útil explorar el papel que diferentes talleres producen en la variabilidad de los datos. En la misma línea, sería de interés analizar la estandarización y las unidades de medida que condicionaron las producciones

alfareras afines. Así, por ejemplo y en el caso de las botijuelas, podríamos saber si los talleres portugueses y americanos, que producen al mismo tiempo piezas similares, seguían los estándares de Sevilla. Además, parece necesario y un paso de futuras investigaciones comparar nuestros datos morfométricos con análisis arqueométricos de las pastas de las diferentes producciones. Así podríamos tratar de conocer si la variabilidad y la estandarización morfométrica tiene su reflejo en las recetas de las pastas cerámicas, pudiendo discernir si la variabilidad de la pasta y la forma se encuentran correlacionadas. De todo lo expuesto concluimos que la metodología aquí desarrollada puede aplicarse a otros estudios que exploran la estandarización, las unidades de medida o el sistema de producción utilizado en cualquier fabricación de cerámica; siendo además fácilmente reproducible.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los organizadores del *Seminario Descifrando Gestos* Socorro Jiménez, Marcos Noé Pool, Francisco Contreras y en especial a Alberto Dorado por invitarnos a participar, aprender y discutir sobre producciones cerámicas de múltiples épocas y desde muchas perspectivas. Fueron unas jornadas enriquecedoras en lo personal y para el trabajo que aquí toma forma. Esta investigación no habría podido realizarse sin la ayuda de Jesús Fernández, Marcelino Cuesta, Miguel Carrero y Enrico Cirelli. Este trabajo se ha realizado en parte dentro del marco del Proyecto de Investigación *CERCOMAT: Cerámica y Comercio en el horizonte Atlántico en época Moderna: Arqueometría y Humanidades digitales* (Ayudas para la Especialización de Personal Investigador Doctor del Vicerrectorado de Investigación de la UPV/EHU).

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilera Martín, A. (1998): Análisis multivariable: una nueva vía para la caracterización cerámica. *Pyrenae* 29: 117-134.

Amores Carredano, F. y Chisvert Jiménez, N. (1993): Tipología de la cerámica común bajomedieval y moderna sevillana (SS. XV-XVIII): I. La loza quebrada de relleno de bóvedas. *SPAL: Revista de prehistoria y arqueología de la Universidad de Sevilla* 2: 269-328.

Azkarate Garai-Olaun, A. y Núñez Marcén, J. (1990/1991): Colección de Botijas y Botijuelas ("Spanish Olive Jar" o "Anforetas") procedentes de la Ermita de San José (Elorrio, Bizkaia). *Kobie (Serie Paleoantropología)* 19: 153-182.

Barceló, J. A. (2007): *Arqueología y estadística 1. Introducción al estudio de la variabilidad de las evidencias arqueológicas*. Barcelona: Bellaterra.

Baxter, M. J. (2015): *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. New York: Percheron Press.

Busto Zapico, M. (2013a): *La Alhambra tras la conquista castellana. Una aproximación desde el análisis estadístico y morfométrico de los materiales cerámicos recuperados en la excavación arqueológica del antiguo restaurante de "El Polinario"*. Trabajo Fin de Máster Granada: Universidad de Granada.

Busto Zapico, M. (2013b): Una aproximación a las cerámicas recuperadas en la excavación arqueológica del restaurante de "El Polinario". *@rqueología y Territorio* 10: 117-132.

Busto Zapico, M. (2015): Sobre el uso de herramientas informáticas para la cuantificación cerámica: el EVE 2.0. *SÉMATA, Ciencias Sociais e Humanidades* 27: 199-219.

Busto Zapico, M. (2018): Análisis estadísticos para determinar el grado de estandarización y las unidades de medida en la producción cerámica. En Jiménez-Badillo, D. (ed.): *Arqueología computacional: Nuevos enfoques para la documentación, análisis y difusión del patrimonio cultural*: 127-141. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Busto Zapico, M. (2020): Standardization and units of measurement used in pottery production: the case of the post-medieval *botijuela* or Spanish olive jar made in Seville. *Post-Medieval Archaeology* 54 (1): 42-59. https://doi.org/10.1080/00794236.2020.1750145

Busto Zapico, M. y Carrero Pazos, M. (2016): 3D Technology Applied to Quantification Studies of Pottery: EVE 2.0. En Campana, S., Scopigno, R., Carpentiero, G., y Cirillo, M. (eds.): *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*: 377-382 (vol. 1). Oxford: Archaeopress Archaeology.

Busto Zapico, M. y Cirelli, E. (2018): Indagine sul fenomeno della standardizzazione nelle produzioni ceramiche provinciali in epoca Tardo Romana. La forma Hayes 85. *Archeologia e Calcolatori* 29: 161-184. https://doi.org/10.19282/ac.29.2018.16

Busto Zapico, M. y Cirelli, E. (2022): Late Roman pottery standardization: Hayes 85's case study. En Borzić, I., Cirelli, E., Jelinčić Vučković, K., Konestra, A., y Ožanić Roguljić, I. (eds.): *TRADE - Transformations of Adriatic Europe (2nd – 9th centutry)*: 278-289. Oxford: Archaeopress.

Busto Zapico, M. y Fernández López, J. (2018): Dos hallazgos fortuitos de botijuelas o Spanish olive jars en Tapia de Casariego (Asturias, España). *Revista ArkeoGazte Aldizkaria* 8: 219-238.

Busto Zapico, M. y García Porras, A. (2021): Ceramic Production and Social Change in the South east of the Iberian Peninsula between the Islamic and Christian Periods: The Case of Granada. *International Journal of Historical Archaeology*. https://doi.org/10.1007/s10761-021-00619-2

Capel Martínez, J., Contreras Cortés, F., Esquivel Guerrero, J. A. y Molina González, F. (1991): Una aplicación de la Teoría de la Información al análisis de datos definidos mediante variables cualitativas multiestado: medidas de similaridad y análisis Cluster. *Complutum* 1: 53-64.

Carrero Pazos, M. (2017): *El fenómeno Tumular y Megalítico en Galicia. Aportaciones desde los Sistemas de Información Geográfica y la Estadística Espacial para el estudio de los patrones de localización*. Tesis doctoral. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

Cirelli, E. (2007): Ravenna e il commercio nell'Adriatico nella tarda Antichità. En Augenti, A., y Bertelli, C. (eds.): *Felix Ravenna. La croce, la spada, la vela: l'alto Adriatico fra V e VI secolo*: 45-50. Milán: Skira.

Contreras Cortés, F. (1984): Clasificación y tipología en Arqueología. El camino hacia la cuantificación. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 9: 327-385.

Contreras Cortés, F., Capel Martínez, J., Esquivel Guerrero, J. A. y Molina González, F. (1988): Los ajuares cerámicos de la necrópolis argárica de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada). Avance al estudio analítico y estadístico. *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 12-13: 135-156.

Costin, C. L. y Hagstrum, M.B. (1995): Standardization, labor investment, skill, and the organization of ceramic production in Late Prehispanic Highland Peru. *American Antiquity* 60 (4): 619-639.

Díaz Díaz, V. M. (2016): Seis contenedores cerámicos de época moderna y contemporánea en el entorno de la ría del Eo. *Nailos. Estudios Interdisciplinares de Arqueología* 3: 241-259.

Dorado Alejos, A., González Quintero, P., Mederos Martín, A. y Díaz Cantón, A. (2020): Registro espacial y análisis morfométrico de la cerámica calcolítica del poblado fortificado de Puente de Santa Bárbara (Huércal-Overa, Almería). *Madrider Mitt* 61: 3-28.

Dorado Alejos, A., Molina González, F., Contreras Cortés, F., Nájera Colino, T., Carrión Méndez, F., Sáez Pérez, L., de la Torre Peña, F. y Gámiz Caro, J. (2015): El Cerro de Cabezuelos (Jódar, Jaén). Un asentamiento del bronce final en el alto Guadalquivir *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 25: 257-347.

Escribano Cobo, G. y Mederos Martín, A. (1999): Distribución y cronología de las botijas en yacimientos arqueológicos subacuáticos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. *Cuadernos de Arqueología Marítima* 5: 177-221.

Esquivel Guerrero, J. A., Esquivel, F. J. y Alemán Aguilera, I. (2008): Análisis estadístico de los parámetros morfométricos de un vaso carenado utilizando un láser escáner 3D. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 18: 357-370.

Esquivel Guerrero, J. A., Serrano, A. y Jiménez-Arenas, J. M. (2015): Archaeological Discriminant. Applications of the Lubischew Test. En Barceló, J. A., y Bogdanovic, I. (eds.): *Mathematics and Archaeology*: 214-224. Boca Raton: CRC Press.

Fernández de Marcos García, C., Buxeda i Garrigós, J. y Amores Carredano, F. (2017): Nuevos datos sobre la producción de cerámica de cocina y de loza basta de Sevilla en los siglos XV-XVI. *SPAL: Revista de prehistoria y arqueología de la Universidad de Sevilla* 26: 259-280. http://dx.doi.org/10.12795/spal.2017i26.11

Fernández Martín, S. (2012): *Clasificación tipológica de la cerámica del yacimiento de la Edad del Bronce de la Motilla del Azuer (Ciudad Real, España)*. Oxford: Archaeopress.

Fletcher, M. y Lock, G. R. (2005): *Digging Numbers. Elementary statistic for archaeologists*. Oxford: Oxford University School of Archaeology.

Galilea Martínez, F. (2007): Métodos cuantitativos en Arqueología. *Estudios de Arqueología Alavesa* 24: 354-848.

Goggin, J. M. (1960): *The Spanish Olive Jar: An introductory study*. New Haven: Yale University Publications in Anthropology (62).

Gutiérrez Bringas, M. Á. (1996): La metrología: Un problema para la historia agraria (convertibilidad métrica y recopilación bibliográfica). *Noticiario de Historia Agraria* 12: 221-248.

Hayes, J. W. (1972): *Late Roman Pottery*. London: British School at Rome.

Hodder, I. (1979): Pottery distribution: service and tribal areas. En Millett, M. (ed.): *Pottery and the archaeologist*: 7-24. London: Onstitute of Archaeology.

Holzhausen, H. y Rottländer, R. (1970): Standardization of provincial-Roman pottery-IV. *Archaeometry* 12: 189-195.

Lobo Cabrera, M. (1993): *El comercio del vino entre Gran Canaria y las Indias en el siglo XVI*. Valencia-Las Palmas: Cabildo Insular de Gran Canaria.

López Rosendo, E. y Ruiz Gil, J. A. (2012): El alfar de época moderna del Jardín de Cano (El Puerto de Santa María) y las producciones cerámicas de la Bahía de Cádiz entre los siglos XVII y XVIII. *Revista de historia de El Puerto* 48: 9-67.

Mackensen, M. (2003): Production of 3rd century Sigilla A/C (C1-2) or 'El-Aouja' Ware and its transition to Sigilla C3 with appliqué decoration in Central Tunisia. *RCRFacta* 38: 279-286.

Moscati, P. (1987): *Archeologia e calcolatori*. Florencia: Giunti.

Mukai, T. (2016): *La céramique du groupe épiscopal d'Aradi/Sidi Jdidi (Tunisie)*. Oxford: Archaeopress.

Orton, C.R. (1982): *Mathematics in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Orton, C.R. (2012): Indicators of craft specialisation in medieval ceramics from north-west Russia. En Brisbane, M., Makarov, N., y Nosov, E. (eds.), *The Archaeology of Medieval Novgorod in Its Wider Context: A Study of Centre/Periphery Relations*: 435-447. Oxford: Oxbow Books.

Orton, C.R. y Hughes, M. (2013): *Pottery in archaeology* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Pinillos de la Granja, P. (2019): Análisis tecnológico y estudio morfométrico de la cerámica de un asentamiento de la Edad del Cobre y Bronce en el Altiplano de Baza-Huéscar: El Cerro de la Virgen (Orce, Granada). *@rqueología y Territorio* 16: 37-48.

Poulain, M. (2013): Notes on the quantification of post-medieval pottery in the Low Countries. *Post-Medieval Archaeology* 47 (1): 106-118.

Puente Feliz, G. (1982): El Sistema Métrico Decimal. Su importancia e implantación en España. *Cuadernos de Historia Moderna y Contemporánea* 3: 95-125.

Ramos Gil, A. (2010): Una aplicación de la hoja de cálculo en Arqueología: Método para conocer la capacidad interior, y el volumen de arcilla utilizado en la fabricación de recipientes cerámicos. En Girón Anguiozar, L., Lazarich González, M., y Lopes, M.C. (eds.): *I Congreso Internacional sobre estudios cerámicos. Homenaje a la Dra. Mercedes Vegas*: 128-147. Cádiz: Universidad de Cádiz.

Revello Lami, M. (2014): From standard pots to potters' standards. Tracing pottery production in Archaic Satricum (6th – 4th BC). En *Integrated approaches to Ceramic Analysis from a Trans-regional perspective. NPAP Closing Conference*. Ámsterdam.

Rottländer, R. (1966): Is provincial-Roman pottery standardized? *Archaeometry* 9: 76-91.

Rottländer, R. (1967): Standardization of provincial-Roman pottery-II. *Archaeometry* 10: 35-46.

Rottländer, R. (1968): Standardization of provincial-Roman pottery-III. *Archaeometry* 11: 159-164.

Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. (1965): An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika* 52: 591-611.

Shennan, S. (1988): *Quantifying archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Vico Triguero, L. (2016): La cerámica del Cobre Reciente de los Castillejos (Montefrío, Granada). Estudio tipológico y decorativo *@rqueología y Territorio* 13: 1-14.

Wilcock, T. J. y Shennan, S. J. (1975): Shape and style variation in Central German Bell Beakers. A computer assisted study. *Science and Archaeology* 15: 17-31.

# ¿TIRAR O PRESERVAR?: HUELLAS DE USO DE CERÁMICA RECICLADA

**Socorro del Pilar Jiménez Álvarez***

**RESUMEN**

El análisis de la reutilización cerámica arqueológica en el área maya ha conducido al planteamiento reflexivo de conceptos como reciclaje y basura, desde la perspectiva de la cultura material de las acciones humano-sociales presentes y pretéritas; actualmente éstas se estudian a través de variadas disciplinas, y ya no sólo a partir de los hallazgos materiales, sino también tomando en cuenta el particular contexto social de cada una de ellas. En las sociedades precolombinas del área Maya fue común elaborar artefactos a partir del re uso o reciclaje de los desechos procedentes de vasijas rotas; siendo posible conocer a través de la evidencia arqueológica, como se disponían de los desechos cerámicos, así como de la clase de objetos que se confeccionaban con esta materia prima.

En este texto se expondrá el análisis de artefactos cerámicos procedentes de las excavaciones de varios sitios del área Maya, que han sido modificados en su manufactura o por uso de acción humana (corte, astillaje o desgaste). De igual modo, a modo de introducción, se explicarán algunos enfoques de métodos que se han utilizado para estudiar el tema de la Basura y reciclaje en el área Maya. Varios son los autores que dedican atención a las catalogaciones de tiestos a los que comúnmente se les conoce como modificados, recortados, retrabajados o "tejos". La importancia, primero de identificarlos (catalogarlos) y segundo, de estudiarlos de una manera juiciosa, tiene relevancia significativa del "saber hacer" sobre la reutilización o reciclaje del descarte cerámico en la esfera de lo doméstico o ritual por parte de los mayas del pasado.

***Palabras clave: reciclaje, área Maya, cerámica, uso***

**ABSTRACT**

The analysis of the reuse of archaeological ceramics in the Maya area has led to a reflexive approach through concepts like recycling and trash, from the perspective of material culture relating to present and past human-social actions, currently studied across various disciplines -- not only from material findings but also taking into account their particular social contexts. In the precolumbian societies of the Maya area, crafting artifacts through the reuse or recycling of discarded fragments of broken pottery was common; archaeological evidence can inform how ceramic waste was disposed, as well as the class of objects that were made from this raw material.

In this text, we will present an analysis of ceramic artifacts originating from the excavations of various sites in the Maya area, which have been modified through their manufacture or use by human action via cutting, chipping, or wear. In the same way, as an introduction, we will explain some methodological approaches that have been used to study the themes of waste and recycling in the Maya area. Many authors dedicate their attention to the cataloguing of ceramic sherds that are commonly recognized as modified, cut, reworked, or "tejos." The importance, first to identify/catalog sherds, and second to study them judiciously has significant relevance to know about the reuse or recycling of ceramic discard in the domestic and ritual spheres by past Maya.

***KEYWORDS: Recycled, Maya area, Ceramic, Use***

* Facultad de Ciencias Antropológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán. Email: sjimenez@correo.uady.mx; https://orcid.org/0000-0003-0764-8929

## 1. INTRODUCCIÓN

La Antropología cultural ha aportado mucho al tema en cuanto a las interpretaciones sobre las razones lógicas o prácticas por las cuales los grupos humanos o los individuos deciden descartar o preservar los desechos para su reutilización o reciclaje, y que sin lugar a duda no siempre prevalecen las razones prácticas relacionadas con la eficiencia, la economía o el medio ambiente. La cultura es la que permea todas nuestras decisiones (Hutson y Stanton, 2007).

Desde sus antecedentes disciplinares al tema de la basura o los desechos, primero se relacionan con estudiar los artefactos, en contextos arqueológicos, según sus ciclos o rutas "arqueológicas" o "dinámicas"; es decir no se puede seguir aceptando la idea de que los artefactos hallados están "in situ" porque los artefactos tienen ciclos de vida arqueológicos y ciclos relacionados con la conducta humana (Schiffer, 1972).

En las sociedades precolombinas del área Maya y sus regiones circunvecinas, la reutilización y reciclaje de los desechos, incluyendo los restos de vasijas rotas, fue habitual tal como se ha señalado en varias publicaciones relacionadas con el tema. A estos pedazos de cerámica o tiestos, comúnmente se les conoce como tiestos modificados, recortados, re-retrabajados o "tejos".

Por su parte, las catalogaciones o registro de artefactos cerámicos modificados se basan en la geometría de la morfología de las piezas, en tanto que en la nomenclatura establecida prevalece la interpretación de la función arqueológica; lo que ha dado como resultado diversas propuestas que separan a los artefactos por sus funciones. Se les clasifica en pesas de pesca, colgantes, volantes de malacates, tapas, botones, entre otros. La importancia, primero de identificarlos y segundo, de estudiarlos de una manera juiciosa, tiene relevancia significativa del "saber hacer" sobre la reutilización o reciclaje del descarte cerámico en la esfera de lo doméstico o ritual por parte de los mayas del pasado.

A través de los años, las propuestas analíticas han dado como resultado variadas nomenclaturas para los mismos artefactos. Varios de los artefactos presentan características físicas estrechamente afines sin que se tenga un conocimiento justificado de si su morfología y atributos tecnológicos responden a su uso.

## 2. ANTECEDENTES CLASIFICATORIOS DE LOS ARTEFACTOS CONOCIDOS COMO TIESTOS MODIFICADOS O "TEJOS"

La primera mención de cerámica reciclada, son las excavaciones de San José, Honduras Británicas (Belice), lugar en donde se hallaron numerosos pedazos de cerámica reutilizada. Entre los artefactos, descritos en el apartado de utensilios y ornamentos de cerámica del libro Excavations at San José, British Honduras, se hallaron discos no perforados y con perforaciones centrales. De los discos perforados, se propuso que pudieron haber sido malacates (Thompson, 1939: 153, figura 91).

En el sitio de Uaxactún, Guatemala, Kidder (1947) describió discos o placas que se elaboraron a partir de la modificación de fragmentos de vasijas. Los artefactos presentaban agujeros y fueron hallados en contextos fechados para el horizonte Tepeu (600 – 940 d.C.). A los discos con perforaciones se propuso que se usaron para hilar o para adornar el cuerpo (pendantes). De los discos de menor tamaño, se pensó que posiblemente eran dados o contadores de juego y de los objetos de tamaño mediano, probablemente fueron bases de ensamblaje para espejos de pirita.

En la publicación The Artifacts of Chiapa de Corzo, Thomas Lee (1969) describió un conjunto de artefactos culturales procedentes de las excavaciones de 1955-1959, 1961 y 1965. Estos materiales, en su mayoría procedían de ofrendas o ajuares mortuorios datados entre la fase Dili (1000 a.C.) y la fase Jiquipilas (200 d.C.). Thomas Lee (1969:4, 97) realizó una clasificación de "tiestos trabajados" (worked sherds) que se basaba en grupos de artefactos que fueron separados por sus atributos "naturales" más que por la función misma de los mismos. Después, en una segunda división, los sub agruparon por sus funciones inferidas y al final los clasificó en diez tipos o clases de artefactos.

Lee (1969) con base en la metodología propuesta, estableció las siguientes clases de tiestos trabajados: 1) raspadores de tiestos (sherd scrapers) 2) pendantes de tiestos (sherd pendant), 3) pendantes de tiestos lisos (sherd pendants blanks); 4) tiestos muescados (notched sherds), 5) cilindros sólidos de tiestos (solid sherd cylinder), 6) discos ovales planos (sherd disk plain) 7) discos de tiestos con perforaciones incompletas (sherd disk incompletely pierced) 8) discos de tiestos con perforaciones completas (sherd disk completely Pierced) y 9) puntas de lanzas de tiestos (sherd spear point) y 10) tiestos en forma de mano (sherd hand).

En la clase pendantes de tiestos, agrupó a los artefactos de formas variadas, es decir rectangulares, ovales o redondeadas, lisos o con una o dos perforaciones, proponiendo su uso como colgantes (Lee, 1969:97, Fig. 52-f-k). En la clase pendantes de tiestos lisos, incluyó artefactos de formas variadas, rectangulares, ovales, redondos, de paleta y los terminados en punta a los que dedujo podrían haber sido colgantes no terminados (Lee, 1969:97,

Figuras. 53 l-p). Los tiestos muescados, igual presentaron una variedad de formas, ovales, triangulares, cuadradas, rectangulares con una o dos muescas o con las orillas aserradas (Lee, 1969: 97, Figuras 52, q-u). Los cilindros de tiestos, sólidos fueron desgastados hasta obtenerse un pequeño tubo (1.22 centímetros de largo) (Lee, 1969:99, Figuras 53 a).

En los discos de tiestos planos o lisos, se incluyeron a los objetos redondos con caras planas o curvas que fueron astillados o desgastados en sus orillas, haciendo alusión que los discos pequeños fueron mejor elaborados que los de mayores dimensiones. Acerca de las funciones inferidas para esta clase de artefactos se dijo que los más grandes quizá fueron tapas, mientras que los de menores dimensiones quizá fueron malacates, contadores, mosaicos e incluso se propuso que pudieron haberse usado como ofrendas votivas (Lee, 1969: 119, Figuras 53 b-l; 54 a-O). Para las clases discos, los objetos presentaron perforaciones incompletas (Lee 1969:102, Figuras 54 p-y) y perforaciones completas (Lee, 1969:102, Figuras. 55 a-e, f-i, k-o). Las puntas de lanza de tiestos (Lee, 1969:103, Figuras. 56) son tiestos recortados en forma de lanza que fueron hallados en un depósito funerario. Por último, el tiesto en forma de mano es un fragmento de cerámica con las caras curvas, que fue cortado en forma escalonada (Lee, 1969:103; Figura 58).

La propuesta de Hermes (1993) se orientó en una clasificación jerárquica de industrias en diferentes niveles analíticos (clase, categoría, tipo, variedad) de los artefactos de uso secundario procedentes del Petén, en Guatemala. La definición de la clase determina si es primario o secundario, en la categoría se refirió a la forma específica que determinaba la función (discos, trapecios, cuadrados, elipses, pesos, amorfos) y en el tipo se agrupó a los artefactos que se caracterizaban por estar fabricados del mismo material, con la misma técnica de trabajo, utilizados para la misma función genérica y específica, y agrupados bajo una forma. Las variedades fueron formuladas tomando como base uno o varios atributos menores de los tipos.

En Tikal, los tiestos fueron separados por su proceso de manufactura; es decir tiestos recortados por astillado o tiestos recortados y además alisados. Se les designó como variedad "A" a los artefactos alisados y como "B" a los tipos con los bordes astillados. Estos últimos fueron los más difíciles de identificar debido a que se les podía confundir con fragmentos que no presentaron modificaciones. Los artefactos de Tikal obtenidos por el recorte de fragmentos cerámicos tuvieron funciones útiles, ornamentales o ceremoniales (Moholy-Nagy, 2003:75).

Garber (1981:189-190) justificando razones de tecnología, separó dos industrias en sus artefactos de Cerámica de Cerros, Belice; artefactos de arcilla moldeados y tiestos retrabajados. Para los objetos moldeados (más bien modelados) se requiere la preparación de la arcilla, el formado y cocimiento en tanto que para los tiestos retrabajados se usaron técnicas de perforado, desgaste, corte y lasqueado. Garber (1981), expuso como algunos artefactos (discos) fueron cuidadosamente elaborados. Por ejemplo, para evitar accidentes de rompimiento, en los tiestos de paredes curvas, el lasqueado se realizaba desde las orillas considerando el lado convexo, así que se pueden observar desde tiestos recortados con sus orillas escalopadas hasta tiestos con bordes totalmente alisados.

De manera reciente, en Uaxactún, Perla (2016: 15-16) realizó una clasificación de discos hechos con fragmentos de cerámica; en la que propuso no solo una clasificación basada en la geometría, sino una metodología para abordar la tecnología de los datos en sus contextos arqueológicos. Además, aportó datos experimentales con relación al uso probable de estos artefactos. También consultó gran cantidad de referencias de sitios guatemaltecos con tiestos reciclados como los casos de Holmul, La Joyanca, El Mirador, Naachtun, El Perú-Waka', San Bartolo, Tamarindito, El Zotz, entre otras muchas publicaciones.

Reyes y Laporte (2008, 2010) así como Dubón (2019) en los catálogos de artefactos cerámicos del programa Atlas Arqueológico de Guatemala, aplicaron a los tiestos modificados un sistema clasificatorio tipo-variedad y por categorías. El tipo de artefactos se refería a la morfología geométrica de los tiestos o a ciertas formas de vasijas (rectángulo, disco, disco perforado, trapecio, cilindro, plano con espiga, caprichoso o cuenco). La variedad correspondería a la decoración del tiesto (liso, con diseño, punzonado o sin decoración). Por último, la categoría incluía a los tipos-variedades de acuerdo con su funcionalidad ya sea como tiesto reciclado o por su función anterior a su modificación: rodela, colgante, ficha, raspador, base de espejo, tapadera, candelero, vasija, miniatura, etc.

En la colección de Dzibilchaltún (Taschek, 1994) se halló gran cantidad de artefactos cerámicos procedentes de depósitos secundarios, es decir de rellenos constructivos, derrumbes o rellenos no estratificados. Se clasificaron los objetos en: Pendantes de tiestos (Sherd pendants), Pendantes lisos (Sherd pendant blanks), Discos de tiestos (Sherd disks), Discos de tiestos perforados (Perforated sherd disks), Discos de tiestos con oquedades (Sherd disks with drilled pits), Discos de tiestos grandes (Large sherd disks), Carretes (Spools), Tiestos muescados sub-rectangulares (Subrectangular notched sherds), Tiestos ovales ranurados (Grooved oval sherds), Mariposas, y Miscelánea de tiestos utilizados y modificados (Miscellaneous modified and utilized sherds).

Jiménez (2019:254) propuso una clasificación de los tiestos en dos conjuntos genéricos de Macroclases de artefactos: A) los que han sido transformados de tal modo que es difícil saber qué parte de la vasija o del objeto fue modificada; B) los que, aunque han sido modificados y en cierto modo conservan algunas cualidades de la vasija

original, permiten determinar la sección de la vasija o del objeto del cual procedía el fragmento de cerámica. La separación de estos dos grandes grupos determinará qué rasgos o atributos deberán ser tomados en consideración para poder reagruparlos con más detalle en clases, subclases y variantes de carácter descriptivo e independiente de su índole interpretativa de utilidad tecnológica, simbólica o artística.

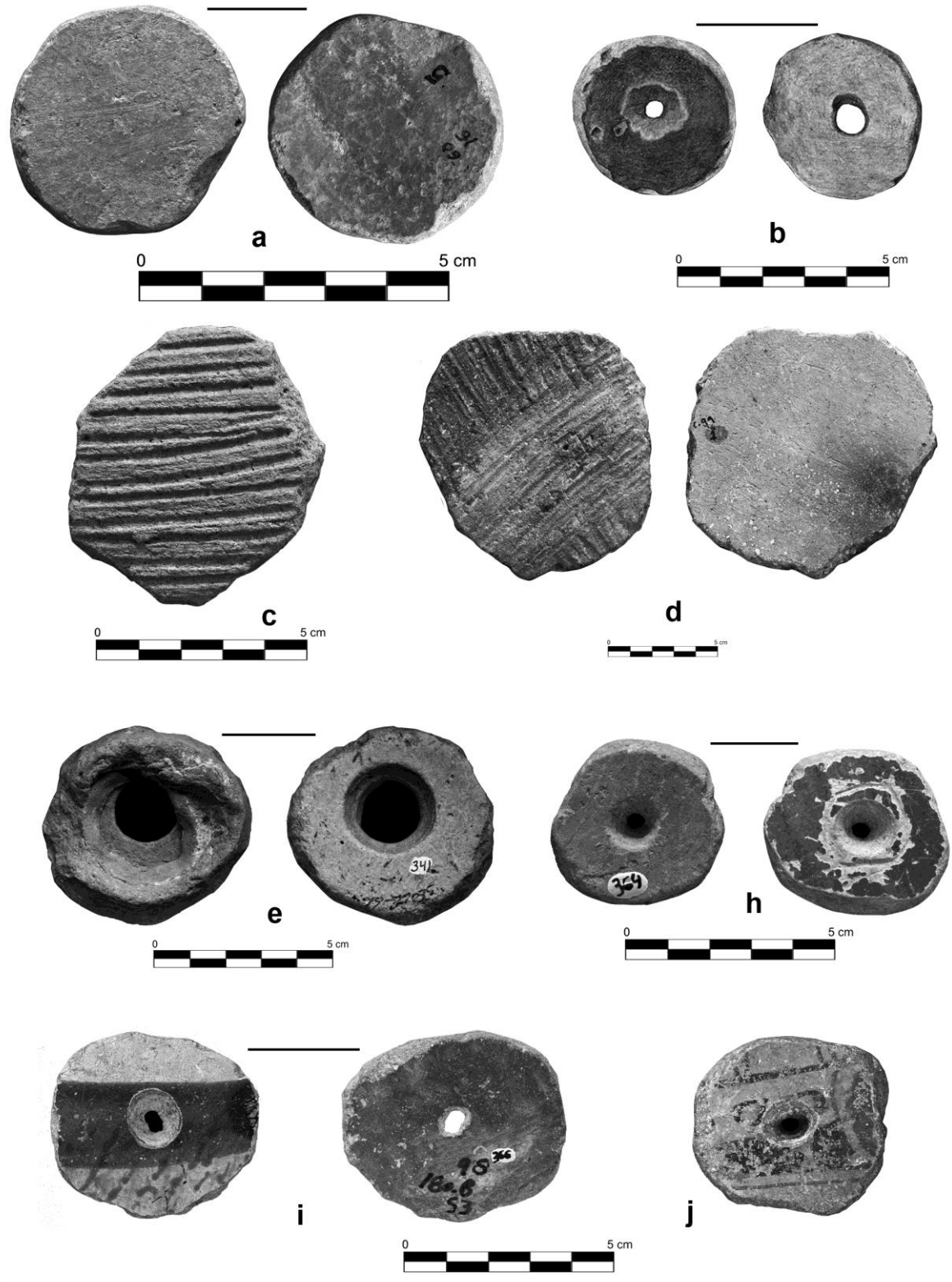



**Figura 1.** Conjunto de discos perforados y no perforados incluidos en el estudio.
(Fotografía: Gerardo Cordero Aguilar; Edición: Socorro Jiménez Álvarez).

En primer lugar, es importante saber cómo identificar estos artefactos según características físicas de los objetos. Por esta razón es importante saber que hay rasgos de la tecnología que son claramente visibles, como lo son la forma y ciertas técnicas de manufactura. También hay que saber que presentan atributos que no son claramente evidentes, como lo son las marcas de uso y/o manufactura, las cuales se tendrían que explorar con detenimiento bajo con una lupa de largo alcance o con un microscopio. La determinación de los atributos de forma, tecnológicos y de uso o de manufactura en estos materiales culturales puede ser cualitativa y/o cuantitativa. Por ejemplo, entre los atributos cualitativos esta la forma que se le dio al arterfacto por medio del desgaste o astillado en sus orillas. Alteraciones como el perforado, muescado, dentado, ranurado, bandas de engobe, "marcas de rayaduras","rasgaduras" o "desgastes" entre otros son atributos que además de ser descritos, también pueden ser medidos.

El análisis microscópico, sería un segundo nivel analítico, el cual complementaria la primera clasificación de los objetos. La identificación de huellas microscópicas inmersas en los artefactos, tales como rayaduras, rasgaduras, bandas de engobe, desgaste en las orillas o en las caras del artefacto pueden ser resultado de la manufactura o del uso. Esta exploración deberá añadir características cualitativas de la materia prima preferida, es decir si los objetos fueron elaborados con materiales frágiles, compactos, abrasivos o saber reconocer si se prefirieron los tiestos por sus acabados burdos o por su decoración, etc. El daño producido por uso o las marcas dejadas por la manufactura, son aportes analíticos de tener en consideración al momento de proponer la función de estos objetos.

## 3. DESCRIPCION DE ARTEFACTOS MODIFICADOS, PROPIEDADES Y HUELLAS DE USO

### *3.1. Discos perforados y no perforados*

Los discos, son tiestos circulares y son artefactos que muestran mayor rango de dimensiones así como de propiedades físicas de su manufactura (Discos perforados, no perforados, con múltiples perforaciones, dentados, muescados entre otros). Se cree que posiblemente, estos objetos funcionaron como fichas de juego, botones, tapas, ornamentos o cuentas, entre otras funciones.

Las investigaciones pioneras de de estos artefactos se llevaron al cabo en la depresión central de Chiapas, en Chiapa de Corzo; sin atribuirles funciones específicas se les agrupó como discos de tiestos con los centros completamente perforados (sherd disk, completely pierced centers) (Lee, 1969: 102, Figura 55).

Años más tarde, en Uaxactún, Guatemala, se registraron discos del Horizonte Tepeu (600-940 d.C.) que fueron hechos a partir de la modificación de fragmentos de vasijas. Kidder (1947: 73) para aquel momento sugirió que algunos de estos artefactos probablemente se trataban de malacates que servían para hilar, o bien se trataba de joyería para adornar el cuerpo (colgantes).

Por su parte, Reyes y Laporte (2008) los nombraron rodelas; y en Uaxactún se les clasificó como discos con perforaciones centrales (Perla, 2016). A los discos con perforación central o rodelas, como los designaron Reyes y Laporte (2008: 943) en su Atlas de Guatemala, son difíciles de atribuirles utilidades específicas, debido a que se les han propuesto funciones variadas, tales como fichas de juego, cuentas y ornamentos, aunque la propuesta más admitida es que fueron malacates para hilar. De hecho, para Reyes y Laporte (2008: 943) las rodelas también podrían haber funcionado como cuentas en algún collar que persiguiera colocarlas de canto y no en posición frontal; en otras palabras, es una forma peculiar de ornamento, pero no imposible de hacer (Reyes y Laporte, 2008: 943). Varios de estos artefactos podrían presentar la perforación incompleta, debido quizá a fallos de manufactura; o bien es probable que muchos de los discos no perforados se trataran de rodelas no terminadas (Reyes y Laporte, 2008: 943) o de otros artefactos no terminados; y si a estos mismos se les agrega una acanaladura en su circunferencia, podrían haber funcionado como pendientes (Perla, 2016: 55, 93, Figuras 8a y 8b; Figura 28d). En Tikal, los discos registrados, fueron finamente cortados, recortados, pulidos y también mostraron muestran perforaciones centrales (Moholy-Nagy 2003: 76, Figura 132n).

Es concluyente que, los discos perforados, en caso de haber sido utilizados para hilar fibras finas o gruesas, su clasificación debería considerar: 1) materia prima reutilizada, 2) tecnología de su manufactura, y 3) otras propiedades físicas de estos objetos (forma, tamaño, peso y tamaño de los orificios, incluyendo las huellas de desgaste por uso o manufactura). En este caso se deberá considerar su forma casi circular, su tamaño (entre 2 y 10 centímetros) y peso adecuado (entre 10 y 140 gramos), así como el tamaño de los orificios, para que puedan ser girados junto con el huso (Carpenter *et al.* 2012; Perla 2016: 9-10) (fig. 1).

Por otra parte, no debemos omitir que estos objetos del pasado, cumplieron funciones variadas de acuerdo con las antiguas prácticas culturales del área Maya. Sus dimensiones (y su forma), tecnología de manufactura, temporalidad y contextos asociados señalan múltiples funciones a través del tiempo en esta clase de artefactos. A los discos

no perforados, se les ha propuesto como fichas de juego, mosaicos, contrapesos, contadores, contrapesos, preformas de volantes de malacates, tapas o asientos de vasijas y los muy pequeños, como sujetadores de ropa. Son pocos los estudios que ponen mayor atención de clasificarlos de acuerdo con su rango de tamaño, su tecnología de manufactura o a otras características como preservación del engobe o decorado (Jiménez 2019).

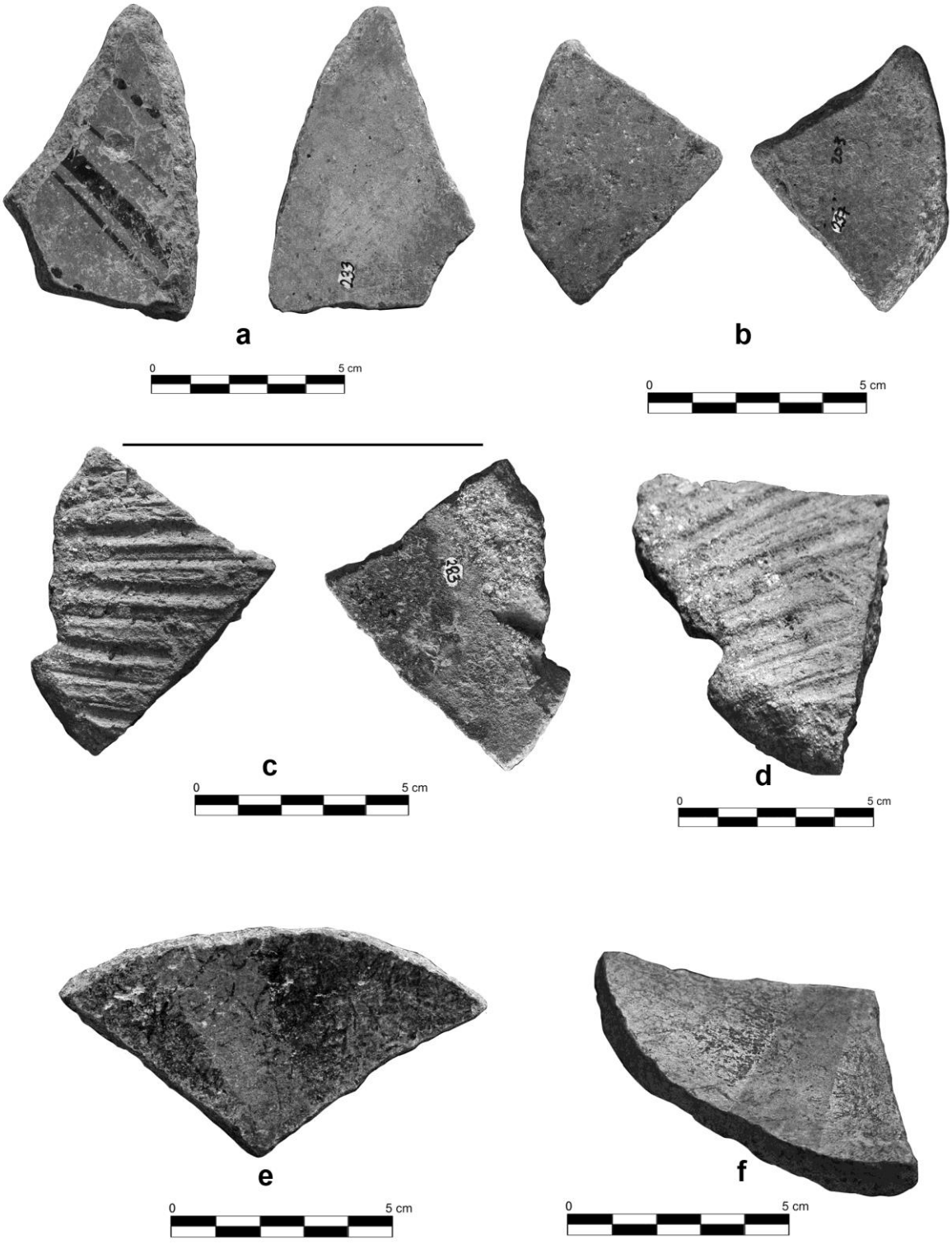



**Figura 2**. Conjunto de tiestos triangulares y bordes de vasijas recortadas incluidos en el estudio. (Fotografía: Gerardo Cordero Aguilar; Edición: Socorro Jiménez Álvarez).

Para describir estos tiestos circulares no perforados, es preciso considerar los rangos de su tamaño (miniatura, medianos o grandes) en relación a la forma y modificación de sus orillas. Estos atributos físicos son el resultado de las variadas utilidades o bien del ciclo de vida o de descarte que tuvieron estos artefactos. Algunos de estos objetos pudiesen tratarse de instrumentos, otros podrían ser preformas de artefactos que se rompieron durante su manufactura o los que podrían haberse utilizado como objetos especiales que sirvieron una sola vez en eventos rituales, funerarios o esotéricos. Desde una perspectiva general sobre las huellas de uso presentes en estos objetos circulares perforados o no perforados, son las siguientes: 1) desgaste en las orillas; 2) desgaste en el caso de los discos perforados; 3) orillas del objeto pulimentadas o con recorte burdo; 4) preservación del engobe original o de la barbotina de los tiestos (fig. 1 a-b, i-j).

### *3.2. Tiestos triangulares y bordes de vasijas recortadas*

Los Tiestos triangulares son fragmentos de discos reutilizados fragmentados que muestran marcas de rayado o desgaste en su orilla. El primer estudio de análisis de huellas de uso en tiestos triangulares y reciclados, es el de López *et al.* (2002). Con el fin de determinar que ciertos artefactos parecían corresponder a herramientas artesanales para la manufactura cerámica; López y sus colegas hicieron un estudio de estéreo microscópico de micro huellas en 70 artefactos. Estos objetos, además de considerar su geometría, fueron divididos en instrumentos para alisar, raspar, pulir o perforar. De importancia, fue la modificación intencional de la forma y desgaste presente en las orillas de estos objetos. Entre las herramientas de pulido y alisado, la intensidad del pudio y la direccionalidad de las estriaciones observadas, fueron determinantes en la clasificación funcional de estos artefactos.

Estos artefactos fueron hallados asociados con hornos de cerámica, trozos de arcilla quemada, posibles desgrasantes, así como piedras de moler. Además de la forma, tamaño y materia prima (textura y no dureza), así como la curvatura de los tiestos, fueron de importancia al momento de seleccionar los fragmentos cerámicos (López et al., 2001).

Por otra parte, la localización de evidencia adicional de lugares e implementos de manufactura cerámica por medio del estudio de extensos basureros del periodo Clásico se realizó en el sitio Motul de San José, en la región Petén de Guatemala. Halperin y Gerson (2007:1332) plantearon que en la investigación arqueológica en el área Maya existe poca evidencia directa de producción cerámica.

En los basureros de Motul de San José, Guatemala, al menos se localizó un tiesto reutilizado en forma de triángulo alargado que presentó finas estrías, unilineales, redondeadas y perpendiculares a la longitud de la pieza. Estas huellas de uso son típicas del raspado y alisado en los instrumentos de producción cerámica hallados en los datos arqueológicos de K'axob (Belice) y de instrumentos cerámicos elaborados específicamente para experimentos por López Varela y sus colegas (Halperin y Gerson, 2007: 1340).

En la mina de arcilla y sashcab de la antigua hacienda Yo'k'at, que se localiza cerca de los poblados Ticul y Muna, en el actual estado de Yucatán; Arnold y Bohor (1977: 578, Figuras 5 y 6) localizaron en un depósito arqueológico, un fragmento de cazuela de borde engrosado que fue recortado en forma triangular. El tiesto reutilizado y clasificado vajilla pizarra (media) (del periodo fluorescente o Clásico Tardío) (750-900 DC.), fue hallado incrustado en una de las paredes de la mina, es decir, asociado a una zona del depósito de arcilla. La forma triangular del tiesto con su borde reforzado lo hacía una herramienta excelente para recolectar arcilla en el túnel. Al agarrar el tiesto por el borde, se utilizaba como raspador o pala para recoger arcilla. El fragmento ilustrado muestra huellas de desgaste en su orilla.

Los bordes de cazuelas recicladas, muestran el perímetro recortado a excepción de la parte que la conforma el borde. Se cree que estos fragmentos fueron seleccionados por la dureza compacta de su material. Es una constante que la pasta cerámica de estos artefactos se constituya de ceniza volcánica o bien calcita cristalina de origen químico (hi') (fig. 3 c-f).

Los bordes de cazuelas tienen zonas de desgaste y astillado en su superficie. Estos artefactos, evidencian rasgos de hendiduras o de desgaste que parecen ser intencionales por su uso o manufactura. Fracturas o hendiduras se pueden presentar en forma de pequeñas o grandes fisuras en la cara frontal, dorsal, o en labio de la pieza. Otros ejemplares muestran fracturas en forma de lascas en la cara frontal, dorsal o labio de la pieza o micro hendiduras en los extremos de las piezas (fig. 3 c-d, f).

Las zonas de desgaste se pueden presentar en la cara frontal o dorsal, o bien en los labios del borde interno o externo de las piezas. Se propone que los rasgos arriba descritos, parecen corresponder a marcas físicas que se produjeron por el uso de las piezas.

Varias piezas muestran surcos delgados o anchos en la orilla, además de una rotura ancha que parece intencional en la misma orilla que presenta los surcos. Es posible que éstos dos últimos rasgos, que se acaban de describir en estos ejemplares, correspondan a marca del proceso de manufactura. La rotura ancha en la orilla del fragmento

quizá corresponda a la misma ergonomía de la pieza; es decir estas hendiduras se hicieron de manera intencional para sujetar mejor el artefacto (fig. 3 c). Las propiedades o marcas señaladas en estos objetos, parecen ser la evidencia de que fueron utilizados como herramientas para pulimentar, alisar, triturar o desbastar durante el proceso de materias primas en la producción cerámica o bien como implementos utilizados en la albañilería (Jiménez, 2019:261). Algunos de los artefactos aquí señalados, son muy similares a los que reportó Arnold y Bohor (1977) en la mina de arcilla y sashcab de la antigua hacienda Yo'k'at cercana a Ticul y Muna en Yucatán, México.

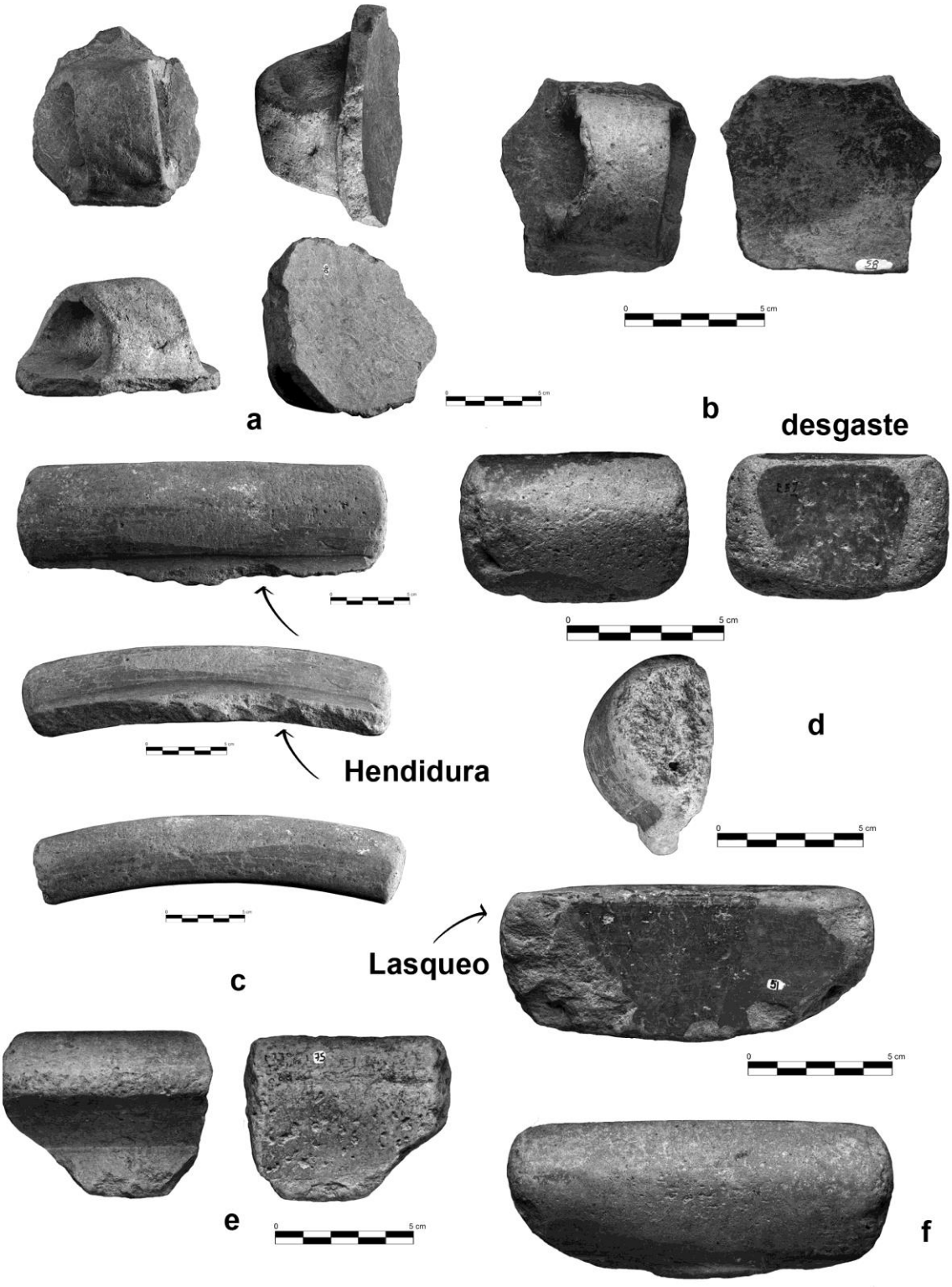



**Figura 3**. Conjunto de tiestos triangulares y bordes de vasijas recortadas incluidos en el estudio. (Fotografía: Gerardo Cordero Aguilar; Edición: Socorro Jiménez Álvarez).

### *3.3. Asas recortadas*

Es notorio observar asas de ollas recicladas a las que se les modificó por recorte el perímetro del fragmento en forma de disco, elipse o en placa, y al igual que los bordes de cazuelas arriba descritos, estos artefactos fueron seleccionados dureza compacta de su material.

Las asas recicladas, tienes los lados de la cara planos, ligeramente o marcadamente curvos. Como un dato de interés, se observó que las asas que tienen la cara dorsal en forma de disco son curvas y las que tienen la cara dorsal en forma de placa son ligeramente curvos o casi planos, siendo que la mayoría de los ejemplares muestran zonas de desgaste en sus orillas.

Es posible que el desgaste observado en estos artefactos es el resultado de su uso. Las fracturas o el astillaje parece que se hicieron de manera intencional, es decir, para poder colocar los dedos en cierta posición y de esta manera sujetar mejor la pieza con la mano. Por otro lado, el desgaste no uniforme en las caras dorsales en algunas de las piezas parece señalar que fue el resultado del frotado de la pieza; además la manera en cómo se desgastaron algunas de estas asas recortadas, sugiere cierto ángulo de inclinación de estas durante su uso.

En Cerén, un sitio arqueológico de El Salvador, se hallaron numerosas asas de vasijas quebradas fueron utilizadas como soportes para las puertas hechas de caña; o bien, estas asas empotradas en los muros quizá se aprovecharon como colgadores de textiles. También se usaron restos de asas y grandes ollas para la construcción de los techos de las casas, incluso las asas ya mencionadas en ocasiones se amarraban a las varas verticales de las paredes de bajareque y se cubrían con barro, o sencillamente se empotraban cuando el adobe estaba aún húmedo (McKee, 1995: 72) (fig. 3 a-b).

## 4. CONSIDERACIONES

Es importante señalar, que la reutilización o reciclaje, no deben estar limitados únicamente poniendo atención al grado de transformación del objeto arqueológico. Estos dos términos, están relacionados con fenómenos sociales, sobre todo si hay el interés en responder preguntas sobre la actividades y creencias inmersas en el descarte y el reciclaje del pasado. Por ejemplo; en el ámbito ritual, falta mucho por conocer sobre las costumbres y creencias socio culturales con referencia a la reutilización de las cosas.

Cabe explicar que el estudio de los tiestos modificados no termina con su descripción o simple catalogación; su estudio conlleva diferentes niveles de análisis desde el punto de la materia prima (texturas) atributos estilísticos (si hay decoraciones o no), huellas de manufactura o de uso, aunado a datos precisos del registro arqueológico que considere el espacio y la cronología, así como el entendimiento arqueológico de los contextos excavados. El análisis arqueométrico de las huellas de uso en esta clase de objetos es relevante para poder comenzar otras clases de análisis, y de este modo comenzar a entender cómo se reutilizaron estos objetos.

Para entender la tecnología de estos artefactos antiguos como objetos reciclados, hechos por el hombre a partir del aprovechamiento del descarte (llámesele basura provisional), su análisis debería visualizarse desde tres niveles de conocimiento que se hallan intrínsecamente entrelazados: en primer lugar, se considera la tecnología en el nivel de los objetos físicos o artefactos (en este caso de los objetos arqueológicos); en segundo, la tecnología referida a las actividades o procesos (definición de los procesos de manufactura, incluyendo técnicas aplicadas); y en tercero, la tecnología material e inmaterial, la cual representa lo que las personas saben y hacen desde su ámbito social y natural.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Facultad de Ciencias Antropológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán y al Instituto Nacional de Antropología e Historia del Centro INAH Yucatán y Campeche, por permitirme hacer referencia a sus colecciones cerámicas de resguardo patrimonial. A Gerardo Cordero Aguilar por su trabajo con la realización fotográfica.

## BIBLIOGRAFÍA

Arnold, D. E. y Bohor, B. (2017): Ancient Clay Mine at Yo' K'at, Yucatán. *American Antiquity* 42 (4): 575-582. México. https://doi.org/10.2307/278930

Carpenter, L., Feinman, G. y Nicholas, L. (2012): Spindle Whorls from El Palmillo: Economic Implications. *Latin American Antiquity*, 23 (4): 381-400. https://doi.org/10.7183/1045-6635.23.4.381

Dubón, L. (2019): Catálogo de artefactos cerámicos de la colección 142 del Atlas Arqueológico de Guatemala: Parte 2. En *Reporte 33, Atlas Arqueológico de Guatemal*: 142-265. Guatemala: Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, Ministerio de Cultura y Deportes.

Garber, J. (1981): *Material Culture and Patterns of Artifact Consumption and Disposal at the Maya Site of Cerros in Northern Belize*. A dissertation presented at Southern Methodist University, University Microfilms, Ann Arbor.

Halperin, C. T. y G. Martínez (2007): Localizando evidencia de basureros y producción cerámica por medio de reconocimiento geofísico en Motul de San José, Petén". En J. P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía (eds.): *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*: 1331-1345. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Hermes, B. (1993): Propuesta para la clasificación de artefactos cerámicos en el contexto arqueológico. *Mayab* 7:5-9. Sociedad Española de Estudios Mayas.

Hutson, S. R. y Stanton, T. W. (2007): Cultural Logic and Practical Reason: The Structure of Discard and Ancient Maya Houselots. *Cambridge Archaeological Journal* 17(2): 123-44. https://doi.org/10.1017/S0959774307000212

Jiménez, A. (2019): Reutilización de los artefactos cerámicos en el área Maya y en otras regiones culturales circunvecinas. En *V Simposio de Culturas Maya, 2018. Ichkaantijoo*. pp. 240-267. Mérida: Ediciones Digital

Kidder, A. (1947): *Los artefactos de Uaxactún, Guatemala*, 576. Washington, D. C: Institución Carnegie de Washington.

Lee, T. (1969): The Artifacts of Chiapa de Corzo, Chiapas, Mexico. *Papers of the New World Archaeological Foundation* 26. Philadelphia: Brigham Young University, University of Pennsylvania Press.

López S., Van Gijn A. y Jacobs L. (2002): De-mystifying Pottery Production in the Maya Lowlands: Detection of Traces of Use-Wear on Pottery Sherds through Microscopic Analysis and Experimental Replication. *Journal of Archaeological Science* 29: 1133–1147. https://doi.org/10.1006/jasc.2002.0760

López, S., McAnany, P. y Berry K. (2001): Ceramics Technology at Late Classic K'axob, Belize. *Journal of Field Archaeology* 28, (1-2): 177-191. https://doi.org/10.2307/3181466

McKee., B, (1995): La reutilización de materiales arqueológicos en el sitio Cerén, El Salvador. En J.P. Laporte y H. Escobedo (eds.): *VIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*: 68-77. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Moholy-Nagy, H. (2003): The Artifacts of Tikal: Utilitarian artifacts and Unworked Material. En Haviland, W. y Christhoper, J. (eds.): *Tikal Report 27 Part B*. University Museum Monographs 118. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

Perla, D. (2016): *Clasificación y análisis de los artefactos de Uaxactún, Petén, Guatemala*. Tesis de Licenciatura. Carrera de Arqueología. Escuela de Historia. Guatemala: USAC.

Reyes, M. A. y Laporte, J. P. (2008): Hilar, tapar, jugar: cronología, contexto y función de los artefactos cerámicos en el sureste de Petén". En J. P. Laporte, J.P., Arroyo, B y Mejía, H. (eds.): 939-963. En *XXI Simposio de Arqueología en Guatemala, 2007*. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Reyes, M. A. y Laporte, J. P. (2010): Catálogo de artefactos cerámicos del programa Atlas Arqueológico de Guatemala, En *Reporte 2, Atlas Arqueológico de Guatemala*: 277-726. Guatemala: Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, Ministerio de Cultura y Deportes.

Schiffer, M.B. (1972): Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity* (37) 2: 156-165. https://doi.org/10.2307/278203

Taschek, J. (1994): *The Artifacts of Dzibilchaltun, Yucatan, Mexico: Shell, Polished Stone, Bone, Wood, and Ceramics*. Nueva Orleans: Middle American Research Institute, Tulane University.

Thompson, E. (1939): *Excavations at San José Honduras. Carnegie Institution of Washington*, 506. Washington, D.C.

# CONTRIBUCIÓN METODOLÓGICA AL ANÁLISIS DE PALEODERMATOGLIFOS EN SUPERFICIES CERÁMICAS

**Penélope Martín López***

**RESUMEN**

En este artículo se presentan los resultados obtenidos tras la realización de la búsqueda y análisis de los paleodermatoglifos, de los gestos técnicos y de ciertos patrones que quedan impresos en las superficies cerámicas, y de su contrastación con los resultados conseguidos mediante un trabajo de Arqueología Experimental y la toma de dermatoglifos en un grupo de individuos de la población actual. Para ello ha sido necesario generar un protocolo de actuación sobre la toma de los paleodermatoglifos y de los dermatoglifos, debido a que la información sobre la metodología aplicada a los estudios realizados en el campo de la Arqueología no ha sido muy abundante si la comparamos con los realizados por parte de la Arqueología y Arqueología Experimental sobre las superficies cerámicas que han estado dirigidos mayoritariamente a conocer los aspectos tecnológicos dentro de la cadena técnico operativa, los tratamientos superficiales, decoraciones, gestos técnicos, etc. La Dactiloscopia será la técnica principal que nos permitirá recuperar la información que está codificada en las cerámicas arqueológicas y así poder generar una base de datos que nos ayude a conocer la edad y el sexo del sujeto que dejó impresa su huella en el material cerámico. Con estos datos se podrá interpretar y aprender a identificar y reconstruir la identidad social de las personas que hicieron dichas producciones hace más de 4000 años. El conjunto de materiales cerámicos estudiado procede de los yacimientos arqueológicos de la Cueva de Biniedrís (Alaior, Menorca) enmarcado cronológicamente en torno al 1600-1050 a. C. (Bronce Talayótico durante el periodo naviforme) en la Isla de Menorca y, Cuesta del Negro (Purullena, Granada) durante la Edad del Bronce Pleno y Bronce Final (2.200 a. C.) en el sureste peninsular.

***Palabras clave: Paleodermatoglifos, Dactiloscopia, Arqueología Experimental, Edad del Bronce, huella dactilar.***

**ABSTRACT**

This article presents the results obtained after the search and analysis of paleodermatoglyphs, technical gestures and certain patterns imprinted on ceramic surfaces, and their comparison with the results obtained through Experimental Archaeology and dermatoglyph collection in a group of individuals from the current population. For this it has been necessary to generate a protocol of action on the taking of paleodermatoglyphs and dermatoglyphs, because the information on the methodology applied to the studies carried out in the field of Archaeology has not been very abundant if we compare it with those carried out by Archaeology and Experimental Archaeology on the ceramic surfaces that have been directed mainly to know the technological aspects within the technical operational chain, the surface treatments, decorations, technical gestures, etc. Dactyloscopy will be the main technique that will allow us to recover the information that is encoded in the archaeological ceramics and thus be able to generate a database that will help us to know the age and sex of the subject who left his or her fingerprint on the ceramic material. With this data we will be able to interpret and learn to identify and reconstruct the social identity of the people who made these productions more than 4000 years ago. The set of ceramic materials studied comes from the archaeological sites of the Cueva de Biniedrís (Alaior, Menorca) chronologically framed around 1600-1050 BC. (Talayotic Bronze Age during the Naviform period) on the island of Menorca and Cuesta del Negro (Purullena, Granada) during the Full Bronze Age and Final Bronze Age (2,200 B.C.) in the southeast of the Iberian Peninsula.

***Keywords: Paleodermatoglyphs, Dactyloscopy, Experimental Archaeology, Bronze Age, fingerprint.***

* penelopemartindj@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0391-7362

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los paleodermatoglifos o lo que es lo mismo, las impresiones de las huellas dactilares en restos de cultura material asociados a contextos arqueológicos, ha sido una línea de trabajo de investigación poco explotada en el marco de la disciplina arqueológica. Ello puede deberse a varias razones: su escaso interés por parte de la investigación del momento; los problemas de su conservación en materiales arqueológicos; los escasos desarrollos de los protocolos para su análisis; o simplemente la concepción preconcebida de su escasa presencia, entre otras cuestiones que podríamos argumentar. Es cierto, que su estudio no es una tarea nada fácil, sin embargo, podemos apuntar que su presencia y su conservación en los restos materiales arqueológicos es mayor de lo que inicialmente pensábamos.

Estas huellas resistentes al paso del tiempo encarnan un enorme valor científico e informativo para el estudio y conocimiento de las sociedades del pasado. Al contrario de lo que ocurre con el registro óseo o las huellas dactilares procedentes de las momias que nos hablan de personas de nuestro pasado, los paleodermatoglifos proceden de personas que aún vivían en el momento en el cual tuvieron contacto físico con algún tipo específico de materia prima o superficie, aunque, y es importante tenerlo en cuenta, las huellas que identificamos en un objeto del pasado no tienen por qué ser del autor que las manufacturó.

Estas huellas antiguas las podemos encontrar impresas en un amplio abanico de superficies como, por ejemplo, en las pinturas rupestres que se encuentran en las superficies rocosas de cuevas y abrigos, en otros tipos de superficies como los papiros y los pergaminos que tuvieron contacto con sustancias líquidas como la tinta, o en la cerámica decorada con algún tipo de pigmento, etc. (Králík y Nejman, 2007). Pero si hay un lugar donde aparecen asiduamente de manera accidental o intencionada, es en los objetos cerámicos que encontramos en el registro arqueológico como vasijas o pequeñas figurillas modeladas a mano. Algo lógico, si pensamos que en el proceso de manufacturación de estos elementos son los dedos de las manos los implicados en su ejecución y los que utilizamos como herramienta sobre este tipo de material plástico. Si bien, la variedad de superficies en las que se ha identificado hace a su vez que se amplíen las interpretaciones sobre su origen, del momento en el cual se formó sobre un determinado material, ya que las huellas nos hablan del instante en el cual un individuo tuvo contacto con el medio, en el caso de la arcilla cuando esta se encontraba en estado plástico/o de cuero. Además de acercarnos al conjunto de actividades que conforman el ejercicio de la manufactura de una pieza, como puede ser la colocación de los dedos, el gesto técnico utilizado, etc., pero también podemos conocer su tamaño, si interviene un sujeto o varios en el proceso y así sucesivamente con todos los pasos y características relacionadas con la traceología, etc.

En el presente trabajo se presenta el protocolo de actuación que nos ha ayudado en la búsqueda y el análisis de los paleodermatoglifos. Para ello utilizaremos la técnica de la dactiloscopia aplicada a los objetos cerámicos arqueológicos con la intención de recuperar algunos datos que están codificados en las cerámicas. Esta información nos permitirá precisar sobre algunos aspectos y generar una evidencia arqueológica muy poco estudiada hasta el momento, pues en los objetos cerámicos podemos encontrar más allá de un simple elemento utilitario y de intercambio, una seña de identidad de un contexto cultural específico. Es interesante observar cómo las huellas en la cerámica, dependiendo de la cultura arqueológica se pueden conservar en algunos soportes y en otros no, ya que influye el tipo de tecnología utilizada para su manufactura y los tratamientos superficiales.

El material cerámico sobre el cual se ha realizado la búsqueda y el análisis de estas huellas y de los gestos técnicos y ciertos patrones que quedan impresos a través de estas huellas dactilares procede de dos yacimientos arqueológicos. El primero de ellos, enmarcado cronológicamente en la Edad del Bronce que se desarrolló en torno al 2200 a. C. en el sureste peninsular y el segundo yacimiento en el Bronce Talayótico durante el periodo naviforme (1600-1050 a. C.) en la Isla de Menorca. Para ser más concretos, trabajaremos con el material cerámico del cual es depositario el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada, procedente del yacimiento "Cuesta del Negro" en Purullena, provincia de Granada y "Cueva de Biniedrís" en Alaior, en la Isla de Menorca, respectivamente. La conjugación de varias disciplinas nos permitirá aprender a identificar y reconstruir la Identidad Social de las personas que hicieron dichas producciones hace más de 4000 años y con los resultados obtenidos podremos responder a muchas cuestiones y llegar a unas conclusiones finales.

Por otra parte, gracias a la experimentación con dermatoglifos de la población actual se podría llegar a identificar a un individuo, pues cada huella es única e irrepetible, pero en nuestro caso, no es aplicable a poblaciones pretéritas ya que no contamos con esa base de datos que tenga registrados a estos sujetos. Trataremos mediante el cotejo de la huella obtenida de forma experimental y las huellas arqueológicas con la base de datos que se genere y los datos biométricos obtenidos, conocer la edad y el sexo del sujeto que dejó impreso el paleodermatoglifo, como según algunos estudios realizados han dejado constancia.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo general, la búsqueda de la identidad de género y la edad de los sujetos que posiblemente participaron en la elaboración del material cerámico con la intención de indagar en los sistemas de trabajo de las producciones cerámicas. Pero también, el establecimiento de un protocolo arqueológico en el estudio de los paleodermatoglifos que se realizará a partir de la identificación de las huellas dactilares y de la implicación de la Dactiloscopia en Arqueología. El fin de este objetivo es la creación de conocimiento científico en Arqueología y poder determinar cuál es el aporte de la Dactiloscopia, disciplina aplicada a las huellas dactilares, en nuestro caso, las arqueológicas.

El objetivo general conlleva cuatro objetivos específicos, el primero de ellos se ha desglosado en una serie de subobjetivos que están relacionados con la búsqueda de información sobre dactiloscopia, información arqueológica sobre estudios de paleodermatoglifos y metodología e instrumentos que nos ayuden con este estudio; el segundo objetivo específico ha sido el análisis de la categoría de género y la edad en poblaciones actuales para establecer una analogía con las poblaciones de pasado; el tercer objetivo específico ha sido la generación de modelos de estudio microfotogramétricos que sirvan para la docencia y comprobar si se pueden medir las crestas y surcos de las huellas arqueológicas; por último y en cuarto lugar, el objetivo específico es la transferencia del conocimiento generado a la sociedad.

Este trabajo posee un carácter interdisciplinar, pues en su configuración convergen distintas metodologías propias de la Criminalística, Antropología Forense, Arqueología, Arqueología Experimental y la Etnología. A continuación, se plantea de manera detallada la metodología que se ha desglosado en cinco fases de actuación y a la que se ha incorporado novedosas técnicas y procedimientos de análisis.

Nuestra metodología ha pasado en primer lugar, por una revisión bibliográfica especializada de los estudios realizados en Dactiloscopia, tanto desde el punto de vista de la Antropología Física o Antropología Biológica, La Antropología Forense, la Criminalística, la Arqueología, la Etnología y la Arqueología Experimental. Debido a que al comienzo de esta investigación nuestro conocimiento sobre dactiloscopia era ínfimo, comenzamos a leer todo tipo de artículos relacionados con esta temática. Una vez adquirimos ciertos conocimientos, acotamos la búsqueda de artículos que hicieran mención a las huellas plásticas, así como con los relacionados con la Arqueología y los resultados que se pueden obtener. Además, artículos relacionados con la metodología empleada para poder identificar el sexo y la edad a partir de las huellas dactilares y la medición de los surcos y crestas que las conforman.

Asimismo, se ha tenido comunicación personal con Peritos expertos en la materia de la Dactiloscopia y con otros investigadores/as que han trabajado sobre esta misma temática. Por una parte, hemos tenido contacto vía email con la antropóloga física Assumpció Malgosa de la Universidad Autónoma de Barcelona y con Povilas Blaževičius del departamento de Arqueología de la Universidad de Vilnius en Lituania, quienes han realizado estudios sobre paleodermatoglifos y han compartido información que nos ha ayudado a realizar este trabajo de investigación. Se ha recurrido a la entrevista, que es una de las prácticas que forman parte de la metodología etnológica con el objetivo de intentar conseguir descifrar todos los pormenores que conlleva la definición de las huellas. Para ello nos desplazamos a la Jefatura Superior de la Policía Nacional de Granada, donde tuvimos la oportunidad de entrevistar a uno de los Inspectores de la Policía Científica. Durante este ejercicio, tuvimos la ocasión de plantearle y resolver dudas y cuestiones muy sugerentes para el desarrollo de este trabajo.

En segundo lugar, la técnica de la Dactiloscopia ha sido la herramienta principal utilizada para la adquisición de los paleodermatoglifos de las superficies cerámicas. Aunque en nuestro caso, no se utilizarán reactivos o reveladores de las huellas para no deteriorar el material cerámico. A partir de los detalles morfológicos que aparecerán reflejados en el dactilograma (dibujo de la huella dactilar), se podrán interpretar los indicadores biométricos (surcos y crestas papilares de los dedos de las manos que son únicos en cada individuo) para la identificación de la edad aproximada y el sexo del sujeto, e incluso, si es posible, caracterizar ciertas patologías. En el caso de que aparezcan varias huellas dactilares impresas en las cerámicas de un mismo yacimiento que podamos interpretar que tienen alguna similitud, se utilizará el Sistema de identificación dactiloscópica basado en la biometría para cotejar estas huellas, de manera que, podremos determinar si fue o no un único alfarero quien elaboró el objeto, o una misma persona la que interactuó con la arcilla en un momento determinado sin ser el autor.

Esta segunda fase a su vez se ha dividido en cuatro subfases que se realizarán en los distintos laboratorios que hemos tenido a nuestra disposición por parte de la Universidad de Granada.

1. Para llegar a la identificación de los paleodermatoglifos ha sido necesario visualizar y analizar exhaustivamente un total de 1607 fragmentos, en el caso de la Cueva de Biniedrís y un total de 5524 fragmentos, para el caso de la Cuesta del Negro. Por temas de logística, la primera inspección ocular o "VISU" para el material ce-

rámico de la Cueva de Biniedrís se realizó en el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Granada y para el material procedente de la Cuesta del Negro, en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UGR. Una vez que todo apuntaba a que nos encontrábamos ante una posible huella dactilar, se procedió a su identificación mediante el uso de una lupa de gran aumento y una luz alógena.

La iluminación ha sido un factor fundamental para la exploración de las impresiones dactilares modeladas en la cerámica, por lo que el material necesario para su identificación en primer lugar, fue una lámpara de luz alógena que se colocó en posición rasante para poder observar con más definición las huellas y, por otra parte, una lupa de gran aumento. Esta simple observación nos ha permitido reconocer la impresión o digitación de algunos dedos en la superficie cerámica y, en algunos casos excepcionales, incluso el dibujo de la huella dactilar o paleodermatoglifos. Las piezas con posibles huellas se apartaron individualmente en una bolsa con su respectiva sigla para una segunda observación a nivel microscópico.

2. Este proceso para la confirmación de la presencia o ausencia de las huellas en las cerámicas arqueológicas se realizó en el Laboratorio de Arqueometría "Antonio Arribas Palau" de la facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada. Para esta nueva visualización en detalle o micro se utilizó una lupa estereoscópica trinocular modelo "BMS 143" Trino Zoom con luz LED reflejada y transmitida. Las piezas que finalmente no contenían improntas de huellas dactilares se devolvieron a la bolsa de origen de su yacimiento correspondiente.

3. Una vez comprobado que la huella dactilar se encontraba sobre la superficie cerámica, se procedió a una tercera observación que se realizó en este mismo laboratorio con una Lupa estereoscópica modelo "Leica Wild Heerbrugg" con cámara DFC-350 conectada a PC que posee dos lentes acromáticas de 0'5 x y 1 x. Este modelo, al igual que la lupa estereoscópica trinocular nos ha permitido observar la impresión de la huella dactilar y, en los casos en los cuales la superficie cerámica está mejor conservada, los surcos y crestas papilares. Para esta observación, la luz se le ha aplicado en posición oblicua, pues ésta mejora el contraste (Yamashita y French, 2009) en un ángulo superior a los 30º, ya que, de lo contrario, destacaría el relieve de la superficie portadora y, en consecuencia, afectaría a las características de la huella y no se podrían observar las crestas y surcos. (Posada, 2018).

La lupa estereoscópica modelo "Leica Wild Heerbrugg", también ha sido la herramienta a partir de la cual se ha realizado la extracción de las huellas mediante fotografía. Por otra parte, nos ha permitido adjuntarle la escala a la micro fotografía; aplicarle algunos filtros de luz que nos han ayudado a aumentar la visibilidad de las crestas o atenuar el color de la superficie portadora. Generalmente, son los blancos y negros con los que se obtienen mejores resultados (Posada, 2018), aunque en nuestro caso los filtros a color son los que mejor han funcionado; y tomar las mediciones topográficas de la longitud de las huellas y la anchura de los surcos y las crestas papilares.

La metodología empleada para la medición de la anchura de las crestas en todos los casos en los que ha sido posible, se ha realizado con el mismo sistema empleado en los dermatoglifos impresos en la arcilla. En primer lugar, se tuvo que tomar como referencia la medida de la huella con el pie de rey para poder trasladarla en escala a la lupa estereoscópica. A diferencia de que en las tres regiones que se han registrado se han tomado como referencia cuatro crestas de tamaño, trazando una línea desde el comienzo de la primera cresta hasta llegar al inicio del borde de la quinta cresta en cada una de las regiones posibles.

Por otra parte, en algunos fragmentos no se ha podido observar la huella, pero si la impronta e incluso determinar el dedo al cual perteneció. Todos estos datos se han registrado en una ficha individual para cada paleodermatoglifo que se ha realizado con las siguientes variables: número de registro, yacimiento, nomenclatura, longitud de la huella, anchura de la cresta en las tres regiones que se han medido, sexo, edad, mano, dedo, anomalías de la huella (si las hubiere), patologías, potencial físico, fotografía micro y macro fotografía.

Referente a la tipología cerámica no se han realizado descripciones porque no es el objeto de esta investigación, pero comentar que las zonas más características donde suelen quedar impresas las huellas en la arcilla durante el proceso de modelado son en los bordes y fondos de las piezas, donde el dedo pulgar por la posición de las manos queda impreso en la superficie interna y el dedo índice y el anular en la cara externa. Estudiando el gesto técnico hemos podido determinar en algunos casos el posible dedo al que perteneció la huella y la mano con la cual se llevó a cabo dicha impresión. Estos datos han quedado reflejados de igual modo en cada una de las fichas paleodermatoglíficas que acabamos de comentar.

4. En el Laboratorio de Arqueología de la UGR se fotografiaron cada uno de los fragmentos cerámicos para obtener la imagen a nivel macro de las posibles paleodermatoglifos con una cámara fotográfica Canon, modelo "EOS 1200D" con un objetivo macro 0.25m/0.8ft. Como soporte de las luces, cámara y las piezas se ha utilizado una mesa de luz marca Kaiser modelo "RS 2 X" que contiene un brazo que funciona como trípode para la cámara y dos brazos con luces ajustables de altura y posición. El objetivo de la cámara se colocó en perpendicular al plano de la huella, y cada una de las piezas cerámicas, se acompañó con una escala milimetrada, así como con un código o sigla que nos ha ayudado a su identificación posterior. Para obtener la fotografía cenital, la cámara fotográfica se estacionó sobre un soporte que lleva incorporado esta mesa de luz. Del mismo modo, para

que la iluminación no generase sombras, se direccionaron los focos anexos a esta mesa mediante el ajuste de los brazos, de tal modo que, la luz se proyectase desde arriba hacia el objeto.

La tercera fase se ha llevado a cabo, por un lado, para poder contrastar los resultados obtenidos en el estudio del registro arqueológico y por otro, para generar una base de datos de referencia que servirá para estudiar las huellas arqueológicas. Para ello y mediante un trabajo de Arqueología Experimental se ha realizado la toma de muestras de dermatoglifos sobre pequeñas placas de arcilla en estado de cuero.

A partir de la Antropología Forense en Arqueología se puede estimar la edad biológica y el sexo de los restos esqueletizados; en nuestro caso, determinaremos estos datos a partir de la Dactiloscopia aplicada a los dermatoglifos para poder posteriormente comprobar que se puede llevar a cabo en los paleodermatoglifos. Como se verá a continuación, a partir del grosor del surco y de las crestas de la huella dactilar se podría distinguir tres grupos de edades: los menores de 14 años, un segundo grupo entre los 14 y los 65 y el tercer grupo mayores de 65. En nuestro caso, para la toma de los dermatoglifos se han generado cinco grupos de edades basados en edades biológicas para trabajar también a partir de esta referencia y poder contrastar si realmente existen tres grupos de edades dentro de las huellas o, podemos afinar un poco más dentro de los rangos de edades. El primer grupo estará formado por individuos infantiles que tendrá un rango de edad que oscilará entre los 5 y los 13 años; un segundo grupo para los juveniles que partirá de los 14 años a los 20 años; el tercer grupo estará engrosado al grupo que consideramos adultos entre los 21 años y los 40 años; el cuarto grupo para los individuos maduros entre los 41 a los 60 años; y el quinto y último grupo para los seniles a partir de los 61 años.

La arcilla ha sido nuestro material protagonista, a partir de ella se han realizado 51 placas circulares de arcilla con un radio de 4 cm y 0.7 cm de grosor. En este estudio se eligieron al azar 51 sujetos de nacionalidad española (27 hombres y 24 mujeres) de un rango de edad de entre los cinco años llegando a los 71 años. Se excluyeron los sujetos con cualquier evidencia de enfermedad y lesión en las yemas de los dedos que pudiera alterar el patrón de las huellas dactilares. Se pidió a los sujetos que con el dedo pulgar de la mano derecha hicieran una leve presión sobre la placa de arcilla sin mover el dedo para que la huella no se deforme. La razón de la selección de esta mano ha sido por la necesidad de realizar un método estandarizado para este análisis. En cuanto a la elección del dedo pulgar se refiere, ha sido por esta misma razón y, además, porque en la práctica de la alfarería es uno de los dedos más usados junto con el índice y anular. La toma de los dermatoglifos se ha llevado a cabo en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada en aquellos estudiantes y personal que han querido colaborar en esta iniciativa. Asimismo, también han participado familiares, amigos e hijos de ambos. Debemos destacar que se explicó el objetivo del estudio y se obtuvo el consentimiento verbal e informado de todos los sujetos de forma individual. En el caso de cada uno de los individuos mayores de edad que han participado en esta investigación han cedido voluntariamente las muestras de las huellas dactilares utilizadas. Para los individuos menores de 18 años, los padres como representantes legales han autorizado su consentimiento.

La cara adversa de la impronta se referenció con un número del 1 al 51 que se corresponde con el número de ficha del registro unidactilar que se ha generado en paralelo con una serie de campos. Cada una de las personas que nos ha cedido su huella, además, también nos han aportado la siguiente información: sexo, edad, nacionalidad y posibles anomalías de la huella dactilar. El resto de casillas se han completado a lo largo de nuestro trabajo.

Según el conocimiento que tenemos, en el proceso de secado y cocción de la arcilla se produce una merma o contracción de la misma y también puede comprimir la anchura de las crestas hasta un 20%, sin ser posible conocer su parámetro exacto. En estudio previos como los realizados por Králík y Novotoný (2003) y Míguez, Ibáñez-Gimeno, Carreras, Liria y Malgosa (2016), se estimó como mejor valor un 7,5% para la corrección de la anchura de la cresta. Por lo tanto, una vez obtenidas todas las muestras, se realizaron las mediciones de la longitud de la huella, las medidas de la placa de arcilla y la anchura de las crestas de cada una de los dermatoglifos antes de la cocción y del mismo modo, después de la cochura, para así poder, por una parte, conocer de primera mano el porcentaje de la merma de estas huellas y, por ende, en los paleodermatoglifos. De tal modo que también comprobaremos si el valor que proponen los mencionados autores es el adecuado o, por el contrario, se debe de aplicar otro valor distinto. Por otra parte, estas mediciones se han efectuado también para generar nuestra base de datos con la población actual seleccionada y utilizarla como referencia en los paleodermatoglifos, ya que, si podemos determinar el sexo y la edad en estas huellas dactilares, posteriormente podremos hacer una aproximación en cuanto al sexo y la edad de los individuos que elaboraron la cerámica que se ha analizado.

La toma de imágenes y las mediciones topográficas se ejecutaron en el Laboratorio de Arqueometría "Antonio Arribas Palau" de la facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada. La herramienta utilizada fue una lupa estereoscópica modelo "Leica Wild Heerbrugg" con cámara DFC-350 conectada a un PC que posee dos lentes acromáticas de 0'5 x y 1 x.

Algunos autores expresan los resultados de la anchura media de las crestas en mm o µm y otros, predominantemente en Arqueología y en las huellas policiales expresan sus resultados en densidad de crestas como, por

ejemplo, 25 crestas por 1 cm. En nuestro caso los resultados de la anchura media la vamos a expresar en mm. Según Králík y Novotoný (2003) la arcilla al no ser totalmente uniforme en las dimensiones de los granos minerales, estos pueden distorsionar los detalles de las crestas. También hay que tener en cuenta que la epidermis al ser elástica, durante la impresión se deforma temporalmente y esto queda reflejado sobre la arcilla que tiene cierta dureza. La aparición de las Rayas Albo si quedan impresas en la arcilla se pueden confundir con las crestas papilares a la hora de la medición. En el modelado posterior sobre la arcilla húmeda también pueden producirse nuevas deformaciones y todo esto influye en la anchura de la cresta que puede aumentar o disminuir, de manera que las huellas visiblemente deformadas se deberían de descartar, aunque desgraciadamente es muy complicado distinguir las huellas dactilares deformadas de las que no lo están.

Debido a todos estos factores, se recomienda medir un conjunto de crestas, por lo que, aunque la anchura es la medida del grosor de la impresión de los surcos y crestas papilares (Unturbe, 2015), en nuestro estudio, para estandarizar el procedimiento, se han seleccionado tres regiones. Para la primera región la anchura que se ha tomado ha sido la de cuatro crestas papilares y en la región II y III la anchura seleccionada ha sido la de seis crestas en cada zona. Estas mediciones se han realizado sobre la arcilla en estado de cuero como tras la cocción de la misma. La toma de la medida de la anchura de la cresta de todas las huellas se ha realizado en la misma región del dactilograma. Es decir, en la región ungueal o distal, ya que no es lo mismo la presión que se ejerce sobre esta zona que en la región basilar que es donde se realiza la máxima presión y, por ende, la anchura de la huella será mayor. Se ha localizado el núcleo y a partir de él se ha trazado la perpendicular y se dividido en cuatro cuadrantes. Dentro de ellos se ha localizado nuestro espacio donde se han realizado las tres mediciones (Fig. 1). En esto se basan los estudios porcentuales realizados por la Policía Científica para determinar la frecuencia de la aparición de puntos característicos dentro de un dactilograma y, en nuestro caso, hemos aplicado las recomendaciones dadas por el Cuerpo de la policía de Granada para calcular la anchura de la cresta.

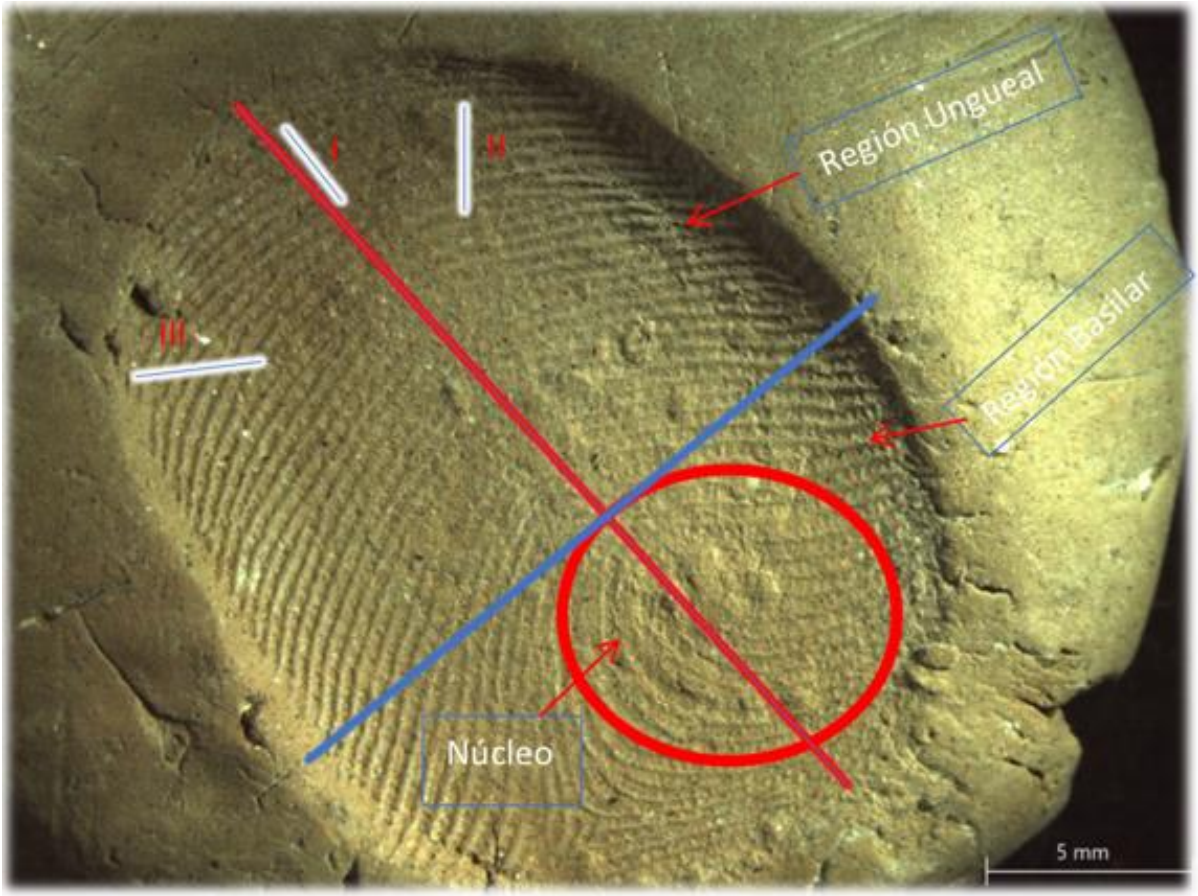



**Figura 1.** Núcleo, perpendicular, cuadrante, región ungueal, basilar y 3 regiones para la toma de la anchura de las crestas. (Elaboración propia).

Para llevar a cabo las mediciones en mm con la lupa estereoscópica Leica en primer lugar, se escaló la imagen, para ello, como referencia se ha tomado la medida de la longitud de cada una de las huellas dactilares con el pie de rey. Posteriormente, una vez obtenida esta medida, se trasladó a la imagen captada con la lupa para poder me-

dir cada una de las crestas de las tres regiones. Para la región I se marcó una línea desde el comienzo de la primera cresta hasta llegar al inicio del borde de la quinta cresta y, para la región II y III del mismo modo, pero desde el inicio de la primera cresta hasta el inicio del borde de la séptima cresta.

Seguidamente, en el Laboratorio de Arqueología de la UGR se fotografió individualmente cada placa con su dermatoglifo correspondiente. Sobre la mesa de luz se dispuso cada una de ellas con su escala correspondiente, la imagen se tomó desde un ángulo cenital colocando sobre un soporte incorporado en la mesa de luz la cámara digital marca Canon modelo "EOS 1200D" con su objetivo macro 0.25m/0.8ft. Para no generar sombras, la luz también se proyectó desde arriba ajustando la altura y la posición de los brazos de la mesa.

Posteriormente, la arcilla con las improntas se dejó secar a la sombra y una vez evaporizada la mayor cantidad de agua se llevó a cabo la cocción en un horno experimental excavado en el suelo, de tal modo que fue posible reproducir el tipo de cocción que se llevaría a cabo en la Prehistoria Reciente. Las dimensiones del hoyo fueron de 35 cm de profundidad y 39 cm de diámetro (estas medidas dependerán de la cantidad de cerámica que se quiera cocer). Sobre el hoyo, se depositó la materia prima necesaria para la combustión, una vez conseguido un lecho de ascuas, se colocaron sobre ellas las placas de arcilla para que se calentaran gradualmente y evitar su fractura. A estas ascuas se le incorporaron ramas secas y leña para alimentar el fuego y posteriormente, con elementos vegetales se cubrieron totalmente las placas hasta que conseguimos incrementar la temperatura.

Por último, una vez realizada la cochura y enfriadas las piezas, de nuevo se tomaron todas las medidas para comprobar cual es el porcentaje que ha reducido tanto la placa de arcilla como su huella que incluye las crestas y surcos. De manera que, conociendo este dato, hemos podido calcular la reducción de los paleodermatoglifos y, por lo tanto, aproximarnos a su tamaño y el de las crestas y surcos que contenga la huella y, así poder calcular la edad y el sexo del posible individuo que manufacturó la pieza cerámica.

Para la ejecución de la cuarta fase que es parte de la toma del registro gráfico, además de las fotografías que se han realizado anteriormente, con el apoyo de José Miguel Cámara Donoso, conocedor de la técnica de la microfotogrametría, se han elaborado tres modelos microfotogramétricos. Dos de ellos de los paleodermatoglifos que han aparecido impresos en la cerámica del yacimiento arqueológico de La Cuesta del Negro en Purullena, Granada y, uno procedente de la huella dactilar adquirida mediante la experimentación.

La captura de las imágenes se ha realizado en el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Granada mediante luz controlada. Para ello, se colocó el objeto sobre un soporte giratorio y este a su vez, en el interior de una caja de luz e iluminándola con los focos. Para generar los modelos 3D, cada uno de los objetos ha necesitado de la toma de un número distinto de fotografías en abanico en tres distintas alturas alrededor de la huella dactilar que ha variado dependiendo de la calidad deseada.

Se ha utilizado una cámara reflex marca *Lumix*, modelo "DC G9" con un objetivo macro Elmarit 45 mm y controlador remoto; una escala, una caja de luz con soporte para fotogrametría, focos de luz y un trípode; una tarjeta SD de 256 GB de memoria. En ningún momento se ha cambiado la posición de la cámara que estaba colocada sobre un trípode durante el proceso de la toma de fotografías. Para acercarnos al objeto se ha utilizado un carril micrométrico y el objeto se iba girando sobre el soporte.

Finalizado este proceso de la toma de fotografías y una vez que tenemos los archivos de las imágenes de cada vista de la muestra que se van a modelar, se procesaron los datos y se generó el modelo 3D con el programa *Agisoft Metashape Professional,* versión: 1.4.4. Este software ha sido el encargado de emparejar las imágenes mediante triangulación con el algoritmo basado en SFM que va generando una nube de puntos dispersa de la que podemos eliminar los errores de proyección y el ruido no deseado. Posteriormente, se generó la nube de puntos densa que define la topografía y el volumen del modelo. Seguidamente, a partir de los puntos georreferenciados que esta nube de puntos genera, se obtuvo la malla de triángulos y la malla sólida. Para finalizar, se procesó la textura que cubre la malla sólida, generando un aspecto real al del modelo 3D (Cámara, 2021).

El tiempo de procesado ha sido mayor en relación al número de imágenes tomadas y la calidad deseada. Finalizada la digitalización tridimensional se escaló el modelo, por lo que durante el proceso de la toma de fotografías se utilizó una escala que nos ayudó con el software a ubicar los puntos de referencia y su posterior redimensión a la escala real. Seguidamente se exportaron los archivos a formatos comprimidos como OBJ y PLY que nos han dado la opción de utilizar la herramienta de medición en el programa *Agisoft Metashape Professional*.

Para concluir, también se ha extraído un modelo de elevaciones o mapa de relieve y el perfil correspondiente de cada objeto. El primero expresa en colores la topografía y si está correctamente escalado es capaz de dar datos reales como las medidas de surcos y crestas. Con los perfiles generados en 3D, salvándolos en formato .jpeg y con el software Illustrator se ha podido medir el ángulo y grado de cada uno de ellos (Cámara, 2021).

Cada una de las huellas dactilares generadas en 3D se han registrado en su correspondiente ficha técnica de microfotografía. En ella se han descrito la información básica como: el nº de registro, yacimiento, periodo, nombre del técnico, formato del archivo, cuerpo de la cámara, objetivo, nº de fotografías realizadas. En cuanto a la

información de los parámetros se han introducido los siguientes datos: valores de nubes de puntos ligera y densa; el número de triángulos y de vértices; el software utilizado y su versión y si el modelo ha sido escalado. En el apartado procesados alternativos: máscaras, morfometría, mapa de relieve, el formato final del modelo 3D y a URL de Sketchfab. En cuanto a las imágenes se han incluido la fotografía del objeto, el modelo 3D y el mapa relieve, y las fotos con las medidas y los perfiles correspondientes de cada huella.

Para finalizar, con el programa Microsoft Word se han generado unas fichas personalizadas que nos servirán como base de datos. Tan solo se han registrado los dermatoglifos y paleodermatoglifos bien conservados, descartando las huellas borrosas, deformadas y poco claras. En estas fichas de registro se han recogido todos los datos generales relativos de cada muestra y las descripciones que hemos considerado relevantes del examen visual y el análisis estereoscópico, incluyendo así los siguientes campos: para el sistema de registro unidactilar, en primer lugar, los datos de carácter personal han sido, la nacionalidad, el sexo, la edad, el dedo y mano (utilizada para la impresión de la huella dactilar). En segundo lugar, las descripciones obtenidas mediante Visu y lupa estereoscópica ha sido el tamaño de la placa (antes y después de la cocción); la longitud de la huella (en cuero y tras la cocción), la anchura de la cresta (medida en mm de la anchura de la cresta de las tres regiones en estado de cuero y tras la cochura); las anomalías de la huella, las posibles patologías y potencial físico; fotografía micro y macro. Para el sistema de registro de los paleodermatoglifos se han registrado los siguientes datos de carácter general como el número de registro, el yacimiento, el periodo y la sigla. En cuanto a las descripciones obtenidas mediante Visu y lupa estereoscópica: la longitud de la huella; la anchura de la cresta (medida en mm de la anchura de la cresta de las tres regiones); el sexo, la edad, la mano, el dedo, las anomalías de la huella, las patologías y potencial físico; fotografía micro y macro.

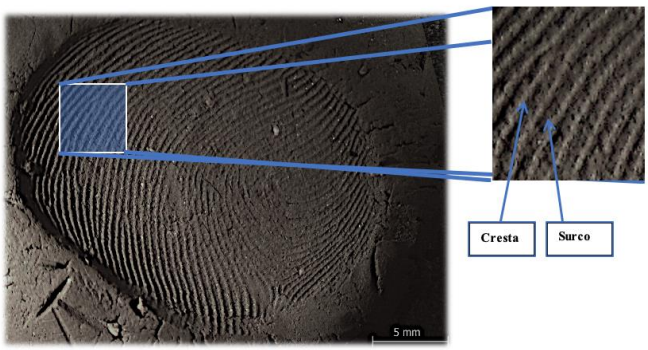
## 3. CONTEXTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

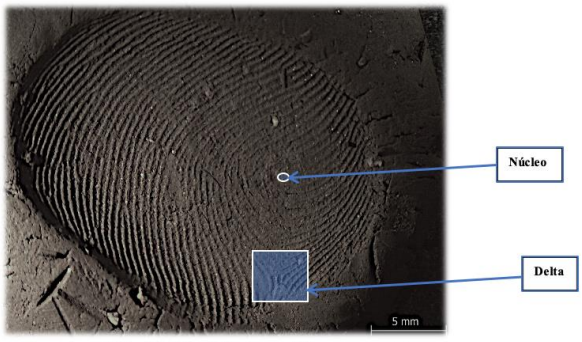
### *1.1 3. 1. La Dactiloscopia y la huella dactilar, ¿qué entendemos por ello?*

Cuando hablamos de dactiloscopia nos referimos a la ciencia que trata de la identificación de los individuos a partir del análisis de las huellas dactilares que se localizan en la yema de los dedos de las manos mediante la aplicación de técnicas, sistemas y métodos concretos. Su objetivo es el estudio de los dibujos que se encuentran en las mencionadas yemas y, tiene como fin, determinar la identidad personal y la clasificación de las huellas dactilares (González, 2018).

Los tres principios por los cuales se rige esta ciencia son la individualidad, la perennidad e inmutabilidad de las crestas papilares. Esto quiere decir que, la fisiología de la huella dactilar es única y que, además, una vez que se ha formado, permanece inalterable hasta el momento de la descomposición de la piel debido a la muerte del individuo, aunque algunas enfermedades o factores externos pueden variar su forma (González, 2018). Por lo tanto, cada uno de los individuos de la especie humana tiene una huella dactilar. El origen de las crestas papilares se da en el tercer mes de vida intrauterina, en el sexto mes se muestran los surcos interpapilares y la formación completa del dibujo se genera en el séptimo mes de la fase fetal y se mantienen inalterable a lo largo de toda la vida del sujeto e incluso después de la muerte hasta que comienza el proceso de putrefacción cadavérica, por lo que este rasgo biométrico particular es una prueba forense muy valorada por los criminólogos ya que ha permitido la identificación de las personas gracias al análisis dactiloscópico de la huella dactilar de la yema de los dedos de las manos (Zorita, 2003). Cabe destacar que hay una probabilidad matemática abrumadora de que se repita un dermatoglifo en dos individuos distintos, es por ello que de momento es única pues se ha calculado que la posibilidad sería de uno entre sesenta y cuatro mil millones de habitantes en el planeta (Kapoor y Badiye, 2015).

Si la dactiloscopia tiene como objeto el estudio de los dibujos que tienen las yemas de los dedos de las manos para llegar a identificar a un individuo (Artola, 2009), es importante conocer algunos conceptos asignados a los componentes que conforman esos trazos. Las crestas papilares son relieves epidérmicos que se localizan en las palmas de las manos y planta de los pies. Los surcos o valles son las depresiones que separan estos relieves. Dentro de la huella dactilar las zonas oscuras se identifican con las crestas y las partes claras con los surcos o valles (Fig. 2). Dentro de la huella dactilar nos encontramos con el núcleo que se encuentra en la zona más alta de la cresta más interna y se usa como punto de referencia que reúne las minucias; y la delta que es el punto central de una zona triangular donde se reúnen tres flujos de crestas con diferentes direcciones (Fig. 3) (Arenas, 2013): la zona basilar, la zona nuclear y la zona marginal. Dependiendo del número de deltas que contenga una huella dactilar, se tratará de un dactilograma adelto cuando este no contiene deltas, monodelto cuando aparezca una única delta, bidelto cuando contenga dos deltas, etc. (García, 2014).




**Figuras 2 y 3.** 2. Izq. Identificación cresta y surco; 3. Dcha. Identificación núcleo y delta. (Elaboración propia)

Por otra parte, están las denominadas minucias que son las discontinuidades dentro del patrón que dibujan las crestas. Están formadas por el cruce o terminación de las crestas y se utilizan para la identificación de individuos mediante el cotejo (Arenas, 2013). Entre estas minucias nos encontramos con puntos característicos en las crestas como son: la minucia de terminación (cuando la cresta termina y no continúa en otra zona); bifurcación (cuando la cresta se divide y bifurca) (González, 2018); la desviación (se trata de dos crestas que proceden de lados opuestos que parecen encontrarse, pero sus extremos se curvan); empalme (cresta corta de dirección oblicua que se une por sus extremos a 2 crestas que van en paralelo); fragmento (cresta de extremos abruptos cuya longitud no supera diez veces su grosor); interrupción (discontinuidad de una cresta de extremos redondeados y cuya separación se aproxima al doble de la anchura de la cresta); ojal (espacio elíptico formado por dos ramas de una cresta bifurcada que vuelve a fusionarse); punto o isla (fragmento de cresta tan ancho como corto); transversal (cresta que se desplaza de su dirección y se cruza con una interrupción de otra cresta). Para llevar a cabo la identificación con el cotejo de 2 dactilogramas, los expertos en dactiloscopia consideran que son necesarios de 6 a 7 puntos (Artola, 2009).

También nos podemos encontrar con la aparición de excrecencias o las denominadas por el Doctor Luis Reyna Almandos "Rayas Albo dactiloscópicas", quien las estudió por primera vez. Están asociadas a estados de ansiedad y de estrés y suelen aparecen en personas ancianas, aunque también se han registrado en bebés de pocos meses. Se trata de unas líneas blancas que aparecen en las impresiones digitales, cambian de tamaño y de lugar y dejan un reflejo en el dactilograma en esos momentos y luego desaparecen (Lubián, 1852).

En las crestas papilares existen tres factores que influyen en sus características, la edad y el sexo, ambas variables influyen en el grosor y, el dibujo de su forma lo puede determinar la herencia. A pesar de que la huella dactilar es inmutable, gracias al grosor de las crestas y surcos que aumenta con la edad se han podido distinguir tres grupos: los individuos menores de 14 años, el grupo de individuos entre los 14 y los 65 y por último los mayores de 65 años. A partir también del grosor de las crestas y los surcos papilares podemos determinar si se trataría de un hombre o una mujer, ya que, en los hombres por norma general, el grosor es mayor que en el sexo femenino, a no ser que la mujer tenga una constitución masculina. De manera que si conocemos la edad del individuo se puede establecer el sexo a partir de la medida del grosor de las crestas. Aunque cada huella dactilar es única, existe cierta tendencia entre familiares a repetir algunos patrones en los dibujos que la forman. Además, los accidentes, las enfermedades o ciertas profesiones especiales pueden influir en la impresión dactilar (Lorda, 2004).

Aunque las huellas dactilares constituyen el rasgo biométrico que permite la identificación de los individuos humanos, su función a nivel biológico es la de ayudarnos a interpretar las superficies que recorremos con nuestros dedos, ya que las crestas y los surcos que las conforman generan unas vibraciones que son enviadas a nuestro cerebro (Cuello, 2016).

En la actualidad, el uso de la huella dactilar, está pasando a formar parte de nuestra vida cotidiana como reconocimiento de un individuo a través de los móviles, en las oficinas, para realizar pagos y firmas, etc. Su estudio también ha motivado a la medicina hacia nuevas investigaciones especializadas que permiten asociar sus rasgos a ciertas patologías como la esquizofrenia, pues se ha podido observar una disminución en el número de Verticilos y un aumento relacionado con los Arcos, principalmente en individuos masculinos. Otras anomalías observables podrían ser el síndrome de Down, ya que parece ser que las alteraciones que se producen a nivel del genoma van a tener su traducción en lo que es la formación de los dermatoglifos que van a dar lugar a las crestas papilares y demás (Vinitzca, 2005); o la adermatoglifia, que se trata de un trastorno genético hereditario que impide la formación de las crestas dactilares, tanto en las palmas de las manos como en las plantas de los pies, por lo que estas presentan una ausencia de huellas digitales, pero no conlleva que su salud se vea aquejada. Podemos encontrarnos también con algunas alteraciones accidentales de las crestas papilares que podrían haberse originado por

quemaduras, callosidades, excoriaciones y otras anormalidades producidas por un desgaste al realizar un trabajo manual que pueden desaparecer al concluir una actividad, de manera que el dibujo dactilar recobra su apariencia con el tiempo (Cuello, 2016). Incluso en recientes estudios que se han realizado a partir del análisis de las huellas dactilares para la detección de deportistas de alta competición, algunos investigadores han relacionado los indicadores dermatoglíficos con las capacidades físicas. De manera que, según ellos, se podría determinar el potencial físico de un individuo (Leiva *et al.*, 2011).

La huella dactilar por norma general se produce de manera involuntaria al tocar una superficie. En este sentido, el avance en las investigaciones ha permitido el establecimiento de la siguiente clasificación que permite la distinción de los siguientes tipos: huellas latentes, son aquellas que no son observables a simple vista, producidas por la sudoración; las huellas visibles, las que se generan por alguna sustancia impresora como puede ser un colorante; y las huellas dactilares plásticas, modeladas o por impronta que también son visibles y se ocasionan por el contacto de una superficie blanda (Martínez, 2017). Siendo estas últimas las que ocuparán este trabajo.

### *1.2 3. 2. Antecedentes y estado actual del conocimiento de los trabajos de Dactiloscopia en el marco de la Arqueología.*

A lo largo de la historia del ser humano, las huellas dactilares han adquirido diversos usos, los antecedentes históricos de su aparición en el registro arqueológico se remontan al Auriñaciense Antiguo, inicios del Paleolítico Superior. Concretamente, aparecen plasmadas en un primer momento en las pinturas rupestres en las paredes de cuevas y abrigos, donde la mano fue una de las primeras pinturas del ser humano (Pardo, 2008).

En la Península Ibérica, en la zona cantábrica, en la Viña y en la Cueva del Conde que se corresponden con el tecnocomplejo del Auriñaciense, se han documentado este tipo de grabados. Las manos en positivo y en negativo también son habituales encontrarlas en cuevas pertenecientes al Gravetiense. En la costa Cantábrica se han localizado más de un centenar de este tipo de motivos repartidos entre una docena de yacimientos como, por ejemplo, Altamira, El Castillo, La Garma, Tito Bustillo y Cudón. Tan solo en Fuente del Salín se ha documentado una mano pintada en color negro (Rivera y Menéndez, 2011). En la provincia de Huesca, en la Cueva de la Fuente del Trucho, se han reconocido unas 40 manos en negativo del arte gravetiense, de las cuales tres están pintadas en color negro y el resto en color ocre. En Ardales (Málaga) encontramos dos manos negras con los dedos incompletos y en Maltravieso (Cáceres) con la falta del dedo meñique (Utrilla *et al.*, 2013). Asimismo, en la zona de L Ariege, en concreto en la Cueva de Gargas se localizaron más de 200 impresiones en negativo y en la región de L Ardèche, en la cueva de Chauvet se han registrado algunas manos que datan también del Gravetiense (Rivera y Menéndez, 2011). Otros ejemplos los localizamos en la Cueva de las Manos en Santa Cruz (Patagonia, Argentina), en la que destaca la complejidad del arte rupestre, entre sus motivos aparecen más de 2000 negativos de manos en los niveles que datan entre que el 7000 BP al 3.300 BP (Onetto y Podestá, 2011).

En cuanto a las impresiones de paleodermatoglifos en arcilla, han aparecido en distintos soportes como figuritas, tablillas, adobes, etc. En los yacimientos arqueológicos Çatal Hüyük (Turquía) o en Tell Halula (Siria) que datan entre el 8000-7000 a. C., se localizaron unas figurillas femeninas con improntas de huellas dactilares. Perteneciente al Neolítico, en el yacimiento arqueológico de Jericó (Israel) se documentó un adobe en cuya superficie tenía impresa las diez huellas dactilares de un individuo. En Babilonia se hallaron unas tablillas con traza de paleodermatoglifos datadas en torno al 1800-1600 a. C. Aquí era costumbre que el rey imprimiese bajo el texto escrito con sus mandatos la huella dactilar de su mano derecha con el objetivo de darle veracidad (Artola, 2009; Pardo, 2008).

Cabe mencionar que también se han documentado algunos petroglifos con grabados de manos esculpidas o con esquemas de los dibujos digitales y pliegues de flexión en palmas y dedos en la roca en los túmulos de Gavrinis (Francia) y en las rocas de Kejimkoojik (Nueva Escocia, Canadá) respectivamente (Iglesias, 2017).

En el registro arqueológico se han identificado evidencias de estas huellas digitales que los investigadores consideran que se encontrarían dentro de lo que han denominado periodo empírico, por considerar que se utilizaron con conocimiento y que se les daría un uso práctico. La cultura griega y romana por ejemplo imprimían las huellas en documentos de diversa índole, como contratos y escrituras de compraventa, aunque fueron especialmente utilizadas con un carácter mercantil en Japón y en China y aparecen impresas tanto en tinta como en arcilla (Iglesias, 2017). Lecha-Marzo (1910) les atribuye a los chinos en el s. VIII d. C (Dinastía Tang) el uso por primera vez de la impresión de las huellas dactilares como firma en documentos judiciales.

En lo referente a la información sobre el estado actual del conocimiento de Dactiloscopia en el marco de la Arqueología, recientemente, el país de Israel en colaboración con diferentes departamentos y universidades de Canadá, ha llevado a cabo un estudio de 112 paleodermatoglifos impresos en cerámicas de la Edad del Bronce Temprano procedentes del yacimiento arqueológico Tell es-Sˆafi/Gath. Los distintos análisis realizados indican

que en la elaboración del material cerámico intervinieron en mayor porcentaje hombres jóvenes y adultos, seguidos de mujeres adultas y jóvenes, mientras que las huellas (tanto masculinos como femeninos) juveniles quedan relegada su presencia a los mangos. La multiplicidad de huellas dactilares de diferentes sexos y edades en muchos de los vasos cerámicos llevan a estos investigadores a pensar que las huellas de los individuos jóvenes se realizaron durante el proceso de aprendizaje de estos futuros alfareros (Fowler *et al.*, 2020).

En el año 2019, un equipo de investigación de la Universidad de Florida del Norte junto con el Departamento de Antropología de la Universidad Estatal de Georgia, realizaron el análisis de los dactilogramas obtenidos de 895 muestras de cerámica que data entre los ss. IX y X d. C. que se documentaron en el Cañón del Chaco (suroeste de los EE. UU), lugar donde se asentaron cientos de comunidades. Se pudo identificar que el 41% corresponde a varones adultos, el 40,4% a mujeres adultas o jóvenes y el 12,5% de ambos sexos, aunque mayoritariamente mujeres. Además, analizando las muestras cronológicamente, se llegó a la conclusión de que hay cambios en cuanto a las contribuciones de cada sexo en la manufactura: en los momentos más antiguos hay una tendencia de la producción realizada por los varones y posteriormente, la muestra indica una participación igualitaria entre ambos sexos (Kantner *et al.*, 2019). Este mismo año, Povilas Blaževičius (2019) realizó un estudio que ponía de manifiesto el trabajo infantil en la elaboración de objetos cerámicos de la Baja Edad Media y la Primera Edad Moderna, concretamente de los talleres de la ciudad de Vilnius (Lituania) entre los siglos XIII al XVIII d. C. Para este trabajo se revisó material de construcción realizado en arcilla como los ladrillos, tejas y baldosas, así como cerámica doméstica. Se pudieron analizar ciertos patrones en los que se pudo ver que, dependiendo de la complejidad en la manufactura de los objetos como por ejemplo en la cerámica y las baldosas, el número de huellas infantiles disminuía y, por ende, la edad aumentaría. Para la elaboración de los objetos de menor complejidad como los ladrillos, la aparición de huellas infantiles va en aumento.

Otro estudio realizado por la Unidad de Antropología Biológica de la Universidad Autónoma de Barcelona, publicó en 2016 los resultados de los análisis realizados sobre un fragmento de cerámica de la Edad del Bronce procedente del yacimiento arqueológico La Canal dels Avellaners, Berga, Cataluña. Su importancia reside en que este material cerámico contiene cinco paleodermatoglifos que han podido ser estudiados mediante el método dactiloscópico y sistemas biométricos. De estas huellas dactilares antiguas se ha podido identificar el perfil biológico, estimando que se trataría de un individuo adulto, aunque no se ha podido determinar la edad exacta. En cuanto al sexo, con un 87% se trataría de un hombre, aunque no se ha podido determinar si estas huellas corresponderían al propio alfarero, ni tampoco el dedo de la mano al que pertenecen. No obstante, por la anchura de las huellas se podrían corresponder con el pulgar (Miguez *et al.*, 2016).

En el año 2008, Miroslav Králík, Petra Urbanová y Martin Hložek (2008) llevaron a cabo una investigación sobre un conjunto cerámico neolítico (datado aproximadamente hacia el 6.700 a. C), procedente del yacimiento Těšetice-Kyjovice, asignado a la cultura Moravian Painted Ware, la cual es parte de la cultura arqueológica "Lengyel" del neolítico europeo. Se trata de un tipo de cerámica muy singular, sobre todo por su pequeño tamaño, es por ello que se han planteado distintas interpretaciones sobre su funcionalidad, como por ejemplo que se trataría de cerámica ritual; que podría tratarse de artefactos manufacturados para comprobar las temperaturas; o quizás podrían ser piezas de aprendizaje manufacturadas por individuos infantiles, e incluso piezas realizadas por estos mismos como juguetes. Se trata de un tipo de cerámica de paredes muy gruesas sin un grosor homogéneo, en cuyas superficies se encuentran impresos los paleodermatoglifos que fueron estudiados por estos autores. Para la estimación de la edad se compararon las mediciones de la anchura de la cresta tomadas en ellas con las encontradas en cerámicas neolíticas procedentes de otros yacimientos y las obtenidas mediante experimentación. Tras los resultados obtenidos llegaron a la conclusión de que se trataba de las huellas de individuos infantiles.

Otro caso de estudio es el realizado por M. Jägerbrand (2005) sobre material cerámico Neolítico procedente de un yacimiento sueco. Junto a otros investigadores realizó la búsqueda de paleodermatoglifos sobre unos 3000 recipientes, muchos de ellos habían sido decorados mediante digitaciones. A partir del análisis de las huellas y estas digitaciones, concluyeron que se hicieron fundamentalmente con el dedo índice de la mano y en menor medida con el dedo anular. Otros datos obtenidos de otras huellas a partir del estudio del gesto técnico fueron que el autor sostenía la pieza con la mano izquierda, la alisaba y realizaba las digitaciones con la mano derecha. De la edad de los individuos implicados, se determinó mediante la anchura de las crestas que ocho de ellas pertenecían a un sujeto de entre 11 y 18 años, dos huellas se corresponderían con las de un individuo infantil de entre 11 y 12 años y una huella con un adolescente de unos 19 años (Moran, 2007).

En el año 2001, el Museo de Moravia junto a un grupo de investigadores realizaron el análisis de un paleodermatoglifo impreso sobre la superficie cerámica de la Venus de Dolní Věstonice. Esta figurilla fue descubierta en el año 1925 en el yacimiento Dolní Věstonice en Moravia del Sur (Checoslovaquia) y cronológicamente se corresponde con la Cultura Gravetiense (Paleolítico Superior). Esta huella se conocía desde su descubrimiento, pero hasta este momento no se llevó a cabo su estudio. La característica biológica que se pudo conocer del

análisis de esta huella dactilar y teniendo en cuenta la reducción de la cerámica durante el secado y la cocción es que se corresponde con el dermatoglifo de un niño de entre unos 7 a 15 años, aunque no se pudo determinar el sexo ni tampoco si fue este individuo quién la manufacturó (Králík *et al.*, 2002).

Por su parte, Kamp, Timmerman, Lind, Graybill y Natowsky (1999) realizaron trabajos experimentales de la toma de huellas dactilares de población actual. Esto les permitiría calcular la anchura de la cresta epidérmica y así poder llegar a la conclusión de que cierto tipo de cerámicas realizadas por población amerindia del norte de Arizona como es el caso de las figurillas zoomorfas de arcilla estarían realizadas por individuos infantiles y, por adultos en el caso de las vasijas que presentaban una mayor calidad artesanal (Králík y Novotoný, 2003).

Otros trabajos que se han realizado sobre el análisis de paleodermatoglifos impresos en cerámicas han sido los de Margarita Primas. Esta autora analizó el material cerámico de la Edad del Hierro (s. IX a. C. al s. IV a. C.) procedente de Heunebrug, Alemania. A partir de sus propias mediciones experimentales y basándose también en los valores de referencia que daban otros autores sobre las huellas dactilares, intentó estimar el sexo de los fabricantes de la cerámica. Determinó que este tipo de cerámica de la cultura de *Golasecca* fue elaborada principalmente por individuos masculinos (Králík y Novotoný, 2003).

También podemos mencionar el trabajo de Basilidade y Risçuţia (1974) y el de Cseplák (1982) quienes estudiaron la anchura de la cresta papilar en cerámicas neolíticas procedentes de Rumanía y de Hungría, respectivamente. Para sus resultados, en el primer estudio se basaron en la anchura media de la cresta de 0.55 mm, determinando que fueron varones los autores de este material (Králík y Novotoný, 2003).

Por otra parte, en cuanto a los estudios realizados sobre pinturas rupestres en la Península Ibérica, recientemente se llevó a cabo un estudio liderado por la Universidad de Granada y con el apoyo de la Universidad de Alcalá y otros investigadores adscritos a centros de investigación de carácter internacional. Utilizando el método aplicado a los paleodermatoglifos y mediante la contrastación con huellas dactilares actuales, han conseguido determinar el sexo y la edad de los individuos que intervinieron en la realización de estas pinturas a partir de las huellas dactilares que dejaron impresas en el abrigo de Los Machos (en la vertiente este del Cerro de Jabalcón en Zújar, Granada). Se trataría de un hombre de unos 36 años aproximadamente y de un individuo infantil (hombre o mujer) entre 10 y 16 años (Martínez-Sevilla *et al.*, 2020).

Finalizamos con el estudio realizado por el equipo encargado del proyecto del INAPL en la Cueva de Las Manos en Santa Cruz (Patagonia, Argentina). A partir también de las mediciones de las crestas de las huellas dactilares, identificaron que la gran mayoría de las impresiones de las manos que aparecen pertenecen a la mano izquierda de niños, jóvenes y adultos, tanto masculinas como femeninas (Onetto y Podestá, 2011).

## 4. CASOS DE ESTUDIO: LA CUEVA DE BINIEDRÍS Y CUESTA DEL NEGRO

Para llevar a cabo esta investigación se ha recurrido al Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada con la intención de poder acceder al material cerámico de la Prehistoria Reciente del cual es depositario por diversos motivos. De las diferentes colecciones que teníamos a nuestra disposición, nos hemos decantado, en primer lugar, por el material cerámico de la Cueva de Biniedrís y, en segundo lugar, por la colección material del yacimiento arqueológico de la Cuesta del Negro. Ambos yacimientos arqueológicos se enmarcan cronológicamente en la Prehistoria Reciente. En el primero de los casos, concretamente en el periodo conocido como Talayótico y en el segundo, en la conocida como Cultura de El Argar. El protocolo utilizado para el estudio del material cerámico en ambos registros ha sido idéntico. Pero de ¿qué tipo de registro arqueológico estamos hablando?, esto es importante porque en base a la función de dichos registros podremos inferir cuestiones relativas a los procesos de manufactura cerámica, tiempos y ritmos de proceso, por ello necesitamos conocer dichos contextos arqueológicos.

La Cueva de Biniedrís se localiza en el término municipal de Alaior, en la isla de Menorca, y forma parte del denominado complejo funerario prehistórico de Calescoves, donde se han registrado un centenar de cuevas naturales y artificiales que han mantenido una ocupación (con mayor o menor intensidad) desde la Prehistoria a la actualidad. Biniedrís fue descubierta por un grupo de espeleólogos en 2013 cuando estaban realizando unos trabajos de espeleología en el Barranco de Biniedrís. su complicado acceso, con más de 10 mts. de altura en la pared rocosa del barranco de Biniedrís, propiciaron que durante siglos este contexto permaneciera intocable. Su único acceso, una puerta monumental, adintelada con la antesala de un pequeño pasillo enmarcado por ortostatos que dirige a su interior que parece estar encapsulado en el tiempo. El interior, una única sala, de planta casi oval con unas dimensiones de 18 $m^2$, y unos 4.5 mts. de radio (Alarcón *et al.*, 2016).

Desde la fecha de su descubrimiento se han realizado tres campañas de excavación en 2015, 2017 y 2018, dirigidas por Eva Alarcón García y Mª Auxiliadora Moreno Onorato del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada y con el apoyo de un equipo de investigadores/as de distintas universidades del ámbito nacional e internacional. De acuerdo con el material cerámico, las/os investigadoras/es apuntan a que

esta cueva estuvo funcionando en la época naviforme de la isla de Menorca donde entorno a unos 700 años tuvo lugar la práctica ritual de inhumación secundaria, ya que aparecen los cráneos recolocados y el esqueleto desarticulado. Hacia el 550 a. C se abandona este lugar completamente (Moreno *et al*., 2019: 282-286). Se conoce por otros estudios realizados que otras cavidades de este territorio estuvieron funcionando como necrópolis y se llevaron a cabo este tipo de prácticas rituales en el enterramiento a finales del II milenio a. C. (Alarcón *et al*., 2016).

En cuanto al conjunto del material analizado, se trata de una producción de cerámica a mano con desgrasantes de granulometría muy fina y prácticamente sin tratamientos superficiales. Por la apariencia de la pasta cruda y poco consistente, la cocción se tuvo que realizar a baja temperatura, lo que conlleva a que sus paredes tengan poca dureza y se puedan rayar con facilidad y, por ende, se puede producir la pérdida de los paleodermatoglifos de sus superficies. Estas características unidas a la gran fracturación que presentan todas las piezas y el contexto de necrópolis donde han aparecido, hacen suponer según hemos tenido la oportunidad de hablar con las directoras de la intervención unido a nuestra propia observación que la manufactura de este tipo de cerámica se concibió no para ser utilizada en la vida cotidiana de esta población, sino como parte de un ritual funerario previo y, aunque aparecen junto a los restos óseos de los individuos, no formarían parte del ajuar funerario.

El yacimiento arqueológico de la Cuesta del Negro se localiza en la Depresión de Guadix-Baza, concretamente en los terrenos del Cortijo Almagrín Bajo, en la localidad de Purullena, de la provincia de Granada. El asentamiento está enclavado en un sitio estratégico fundamentalmente por la presencia de varias fuentes de agua, su cercanía a terrenos fértiles en la Vega del Fardes e idóneos para la ganadería en los Llanos de Darro. Todo esto lo dotó en la Prehistoria Reciente en un lugar apto para el desarrollo de la población que estaba asentada en este enclave. Esta región se ha considerado ruta comercial y que llevaría implícita el control por parte de estas poblaciones ya que, comunicaba la Hoya de Guadix con las altiplanicies de Darro y Diezma para llegar a la Vega de Granada por el corredor de Moreda (Contreras, 1986).

En la Cuesta del Negro tan solo se han realizado tres las campañas de excavación, en 1971 y dos más en el año 1972, todo ello bajo la dirección de Fernando Molina y Eduardo Pareja en la colaboración de miembros del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. El poblado se encuentra en una auténtica "cuesta" que ocupa 500 mts. de este a oeste por 130 mts. en dirección norte-sur. Su extensión se dividió en distintas zonas: La zona F y G es la más elevada y donde se encuentran dos recintos de fortificación y las zonas A, B, C, D y E ocupan el asentamiento propiamente dicho. En cada una de estas zonas se ejecutaron distintos cortes alcanzando un total de 69. Se trata de un asentamiento enmarcado cronológicamente en la Edad del Bronce Pleno y Bronce Final por lo que se han delimitado dos complejos culturales, el primero y más antiguo argárico y posteriormente un segundo complejo de época de Cogotas I. La primera ocupación data en torno al 1800 a. C. siendo abandonado seguidamente hacia el 1400 a. C. Tras una centuria, poblaciones del horizonte Cogotas I procedentes de la Meseta se establecen y se mantienen hasta gran parte del Bronce Final, dando lugar a la segunda etapa de la Cuesta del Negro (Contreras, 1986).

Tras el análisis del material cerámico, podemos determinar que se trata de una cerámica modelada a mano, mayoritariamente bruñida en su superficie externa e interna que ha provocado la pérdida de las impresiones en estos casos (muchas de ellas presentan un bruñido de alta calidad). Este tipo de pasta aparece muy depurada, de tonalidad marrón-grisáceo con desgrasantes muy finos y que parece haber tenido una buena cocción. También aparecen otro tipo de pastas más groseras que incluyen mayor cantidad de desgrasantes y de mayor tamaño con un tratamiento superficial mediante espatulado. En otros fragmentos, nos encontramos con otro tipo de pastas con acabado superficial como el alisado. En estos dos tipos de tratamientos se aprecia que la tonalidad de la cerámica tiende a pastas anaranjadas, marronáceas e incluso rojizas. Se ha observado también que, la posibilidad de la aparición de paleodermatoglifos aumenta con un menor tratamiento de las superficies ya que esto ha permitido en mayor medida que no se produzca la pérdida de las huellas en el proceso de manufactura.

## 5. RESULTADOS

Para contrastar lo que se podía ver en el registro arqueológico, se realizó un muestreo experimental para poder contrastar y comparar los resultados. Del material procedente de la Cueva de Biniedrís, se ha estudiado un total de 1607 fragmentos, de los cuales, se han identificado 2 paleodermatoglifos que podríamos decir con un 9,2 % de probabilidad que se trataría de dos individuos menores de 14 años, probablemente uno sería un sujeto femenino y otro masculino. Tras la observación de los gestos técnicos mediante la experimentación, de los 11 fragmentos que han aparecido con digitaciones, 5 de ellas serían de posibles pulgares, 1 de la mano derecha, y varios que aparecen en un mismo fragmento se realizaría posiblemente con ambas manos. En 4 de ellos la mano ni el dedo se ha podido determinar.

En cuanto al yacimiento de la Cuesta del Negro: se ha estudiado un total de 5524 fragmentos de los cuales se han identificado dos paleodermatoglifos que podríamos decir con un 9,2% de probabilidad que uno de ellos co-

rrespondería con un individuo menor de 14 años de sexo femenino y el otro con un individuo masculino mayor de 14 años con un 2,75% de probabilidad. Tras la observación de los gestos técnicos, de los 20 fragmentos con digitaciones que han aparecido, 9 serían posibles pulgares, de ellos, uno se correspondería con la mano izquierda y varias que aparecen en un mismo fragmento, ambas manos estarían implicadas. Otra digitación se correspondería con el dedo índice de la mano izquierda y 10 quedan sin determinar tanto el dedo como la mano que intervino.

Los resultados obtenidos mediante el trabajo de Arqueología Experimental y tras realizar una discriminación de la anchura de las crestas papilares y realizando una regla de tres son los siguientes. En la cerámica en estado de cuero, podemos hablar porcentualmente de dos rangos de edad: el primero con un 81,81% de probabilidad para los menores de 14 años y, el segundo grupo con un 55% de probabilidad para los mayores de 14 años. En cuanto al sexo, en todos los casos la anchura media de la cresta es mayor en los individuos masculinos tanto menores como mayores de 14 años.

Tras la cocción, los resultados que encontramos son distintos, continuamos obteniendo dos rangos de edad, pero los porcentajes de probabilidad disminuyen, siendo del 54, 54% para los individuos menores de 14 años y de un 52, 5 % para los individuos mayores de 14 años. En cuanto al sexo, vemos que la anchura media de las tres regiones de la cresta es la misma por un lado en individuos femeninos y masculinos menores de 14 años y por otro en los individuos femeninos y masculinos mayores de 14. Al agrupar los dos rangos de edades, pero no por sexo, vemos una leve diferencia pero que es tan ínfima que no nos permite hacer una diferenciación.

Para finalizar, también se ha calculado la contracción de la longitud de la huella tras la cocción. El porcentaje obtenido en la reducción de la media de la anchura de la cresta de las tres regiones tras la cocción de la arcilla ha sido 16,92% y el porcentaje de la merma en la longitud del dactilograma ha dado como resultado 2,21%.

## 6. CONCLUSIONES

Como punto de partida a esta investigación se realizó una revisión bibliográfica y la lectura existente en Dactiloscopia. Sobre este tema hay muy poca literatura, porque se trata de un tema muy complejo del que no existen estudios en esta disciplina. No hay estudios discriminativos que digan si la huella es de una persona de una edad concreta o si pertenece a un individuo de sexo masculino o femenino. sin embargo, en cuanto a la información sobre los aspectos históricos, los diferentes sistemas de analizar, clasificar, cotejar un dactilograma y los estudios en los que se habla sobre los puntos característicos o minucias o la frecuencia de la aparición de estos puntos dentro de un dactilograma, ha sido extensa y suficiente como para poder profundizar en esta temática.

En este recorrido hemos podido comprobar que las huellas dactilares en el campo de la Arqueología, a pesar de realizarse una ingente cantidad de excavaciones donde se exhuman un elevado porcentaje de fragmentos cerámicos que pueden contener paleodermatoglifos, han sido muy escasos los estudios que han aplicado esta técnica.

Dos de los mayores hándicaps que hemos encontrado a la hora de realizar este trabajo de Dactiloscopia aplicada a paleodermatoglifos ha sido que, al tratarse de un campo científico multidisciplinar, ha hecho que para un solo individuo sea muy difícil dominar el tema y, por ende, se ha necesitado de la colaboración de especialistas que nos han orientado. La segunda dificultad que hemos detectado la encontramos en el desarrollo de la parte metodológica de los estudios realizados en Arqueología, pues la información aportada para la obtención de los resultados relacionados con la edad y el sexo de los individuos ha sido insuficiente para llegar a comprender cómo se llevó a cabo. Por esta razón, contactamos con algunos de los autores y con la Policía Científica para abordar este tema.

Como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, distintos países y universidades han trabajado con los paleodermatoglifos impresos en las superficies cerámicas e incluso en las pinturas rupestres. En sus resultados han mostrado que se ha podido determinar la edad y el sexo de los alfareros/as, autor/a de la pintura o al menos la persona que intervino en un determinado momento. También que los niños trabajaron junto con los adultos o por lo menos intervinieron en los procesos de aprendizaje con ellos. Este trabajo experimental se ha realizado en base a una muestra controlada de hombres y mujeres de distintos rangos de edades y también con individuos infantiles, pero en nuestra investigación, tenemos que mostrar nuestras reservas en los resultados obtenidos, pues no son congruentes y, por lo tanto, consideramos al igual que la Policía Científica que este tipo de estudios no están basados en antecedentes estadísticos suficientes. De manera que tenemos que ampliar la muestra en nuestra futura investigación. Aunque, para ser una primera aproximación, este trabajo no es menospreciable si vemos que los primeros estudios que se realizaron por los dactiloscopistas se realizaron con 100 dactilogramas.

Las reservas son las propias que se derivan de que hay una variabilidad, de que habría que tener muchos aspectos controlados que no se pueden examinar ahora, ni tampoco en un futuro como podría ser el trabajo que hayan tenido esas huellas o el nivel de desgaste. El trabajo manual influye muchísimo en las crestas papilares lle-

gando incluso a tener un dactilograma plano en las yemas de los dedos. Es decir, podemos encontrarnos con individuos de 30 años que tienen las crestas muy débiles y poco sutiles y, por lo tanto, muy poco profundas porque esas manos han estado trabajando toda la vida en el campo o con cualquier tipo de trabajo manual. En oposición a individuos con 80 años que no han trabajado con sus manos y tienen unas crestas muy marcadas. Además, es un tema muy complicado y cuanto más en un material arcilloso en el que ha pasado muchísimo tiempo. Un estudio de esta índole presenta una complejidad tremenda ya que estamos hablando de algo en lo que influyen muchísimas variables. Todo influye en el grosor de la cresta que se plasma en el material arcilloso. Por ejemplo, si la arcilla ha estado en un clima donde el proceso de secado ha sido muy rápido o lento en el tiempo por las condiciones climatológicas del lugar, porque estaba más protegida, porque estaba boca abajo, porque el sol le dio o no más directo o indirecto, la presión que se haga sobre la arcilla también variaría el grosor. Todos estos factores no se han podido controlar en este experimento y menos en una huella dactilar impresa hace miles de años. Por más trabajos que se hacen y cuando hablamos con determinadas personas que trabajan sobre esta temática, nos damos cuenta de lo difícil que es llegar a unos estudios que soporten esto y, que se pueda decir que la huella dactilar pertenecía a un sexo determinado y a una persona que tenía X años.

Consideramos que, para que este estudio realmente sea extrapolable y poder aplicar un porcentaje, deberíamos de disponer de unos estudios estadísticos que a día de hoy no tenemos a nuestro alcance. Además, todo se complica aún más debido a que se debería de estudiar la variabilidad que existe dentro de un mismo sexo en cuestión de anchura de crestas y por rango de edad y, este estudio de momento no existe. De llevarse a cabo en un futuro este experimento, requeriría un gran esfuerzo ya que hay que tener en cuenta todas las variables meteorológicas, de temperatura de cocción, el donante, etc., y siempre estaríamos sujetos a la variabilidad, por lo que no se garantiza que un sujeto entre dentro de un rango de edad o sexo distinto. Para extrapolar esto se necesitarían unos estudios ingentes y que se puedan observar en el tiempo porque hay que recoger los rangos de edades, diferentes tipos de grosores de huellas, distintas poblaciones, con o sin distintas anomalías que le haya supuesto a la huella un desgaste y, además, evaluar ese desgaste; con o sin enfermedades degenerativas, etc. Además, no se puede saber que lo que en un momento se pensaba que era una cresta no lo era y se incluye en la medida de las crestas como pueden ser los cortes, las líneas o raya de Albo, etc.

Por nuestro conocimiento sobre la elaboración de la cerámica, la observación de la posición de las manos de distintos alfareros y los resultados aportados por la Policía Científica, consideramos que, a partir de la huella dactilar y del lugar que ocupa en la cerámica, en primer lugar, podemos determinar en algunos casos y siempre con reservas el dedo a la que corresponde esa huella. En segundo lugar, cómo se manejó el objeto en un momento determinado o en el proceso de elaboración cuando la arcilla se encontraba en estado plástico y finalmente, a la mano a la cual corresponde la huella.

En definitiva, hay cuestiones a las que de momento no hemos podido dar una respuesta como a los individuos que intervinieron en la producción cerámica o quiénes fueron los autores de los paleodermatoglifos. Con este trabajo hemos tratado de buscar una herramienta o metodología que se adapte a nuestras necesidades y con la que poder responder a las preguntas que nos estamos haciendo en el presente. Pues se ha venido dando por hecho sin una prueba fehaciente que hombres, mujeres, así como los individuos infantiles intervinieron en la manufactura cerámica. Al igual que ocurre con los estudios realizados a partir de las fuentes etnohistóricas, en muchos casos no podremos decir que sean 100% ciertas, pero cuando se amplíe la muestra y obtengamos unos resultados distintos, conseguiremos hablar de que tenemos una alta probabilidad en nuestros resultados y, por lo tanto, responder a muchas de las cuestiones que se han venido plateando.

## AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este artículo es resultado de un trabajo previo de investigación conjunto que no hubiese sido posible sin el gran interés y esfuerzo dedicado por parte de la Dra. Eva Alarcón García, quien me ha orientado permanentemente en mi proceder. Al mismo tiempo, dar las gracias a los miembros del Dpto. de Prehistoria y Arqueología: los Cat. Francisco Contreras y Fernando Molina y, a Auxilio Moreno y Eva Alarcón, por darme acceso al material cerámico para la búsqueda de los paleodermatoglifos que ha sido la base de esta investigación. También quiero expresar mi agradecimiento a Dr. Alberto Dorado por su paciencia para conmigo y por transferirme sus conocimientos en el campo de la Arqueometría; a José Cámara, quien me ha ayudado a elaborar los modelos microfotogramétricos. A la Brigada de la Policía Científica de la Jefatura Superior de la Policía Nacional de Granada, por compartir su experiencia y gran conocimiento en el campo de la dactiloscopia; y a la Dra. Assumpció Malgosa de la Universidad de Autónoma de Barcelona y al Dr. Povilas Blaževičius de la Universidad de Vilnius en Lituania por compartir la información obtenida en los trabajos realizados sobre paleodermatoglifos.

## BIBLIOGRAFÍA


Alarcón García, E., Moreno Onorato, A., Arboledas Martínez, L., Mora González, A., Díaz-ZoritA, M. Y Orfila Pons, M. (2016): Cueva de Biniedrís: una historia por contar. *Revista de Menorca*, 95: 157-184.

Arenas Paz, N. (2013): Revelado de huellas lofoscópicas en papel. Recuperado de https://www.monografias.com/trabajos57/huellas-lofoscopicas/huellas-lofoscopicas.shtml.

Artola Santiago, N. R. (2009): *La dactiloscopía como prueba eficaz dentro del proceso penal guatemalteco, para la identificación de personas que intervienen en un hecho delictivo*. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Barnes, J. G. (2009): Historia. En A. Mcroberts (ed.): *El libro de referencia de las huellas dactilares*, capítulo 1: 7-25. Washington, Instituto Nacional de Justicia.

Basilidade G. y Rişcuţa C. (1974): Studiu dactiloscopic şi traseologic pe o serie de fragmente de cerámica neolítică". En E. Comsa (ed.): *Istoria comunităţilor culturii Boian*: 255–258, Biblioteca de Arheologie 23. Bucuresti.

Blaževičius, P. (2019): Child labour based on dermatoglyphic research of ceramic objects. *Childhood in the past*, 12 (1): 6-17. https://doi.org/10.1080/17585716.2019.1587914

Cámara Donoso, J. M. (2021): *Aplicaciones de la microfotogrametría en Arqueología. Una propuesta metodológica para la realización de modelos 3d de materiales arqueológicos a pequeña escala*. Trabajo final de Máster. Granada: Universidad de Granada.

Contreras Cortés, F. (1986): *Aplicación de métodos estadísticos y analíticos a los complejos cerámicos de La Cuesta del Negro (Purullena, Granada)*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada. http://hdl.handle.net/10481/28963

Cseplák G. (1982): Anthropological analysis of the impressions originating from man's hand on the neolithic pottery fragments. *Humanbiologia Budapestiensis*, 10: 135–140.

Cuello Videla, O. A. (2016): Adermatoglífia: una mutación genética que impide la formación de huellas dactilares". *Revista Archivos de Criminología, Criminalística y Seguridad Privada*, pp. 66-75.

Fowler, K. D., Ross, J., Walker, E., Barritt-Cleary, C., Greenfield, H.J. y Maeir, A. M. (2020): Fingerprint evidence for the division of labour and learning pottery-making at Early Bronze Age Tell eṣ-Ṣâfi/Gath, Israel. *PLoS ONE*, 15 (4): 1-27. https//doi.org/10.1371/journal.pone.0231046

García Donday, F. (2014): *Mejora de algoritmos de reconocimiento de huellas dactilares en entornos forenses*. Tesis de pregrado. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. http://hdl.handle.net/10486/667857

González Urrutia, K. F. (2018): *Aprovechamiento de los diferentes registros de huellas dactilares en las diversas bases de datos, como instrumento de la investigación criminal y forense del Departamento de Alta Verapaz*. Tesis de Pregrado. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Iglesias Garcia, M. J. (2017): *La lofoscopia. Su valor como prueba en el proceso penal*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Camilo José Cela.

Jägerbrand, M. (2005): *Unpublished dissertation*. University of Stockholm.

Kamp K.A., Timmerman N., Lind G., Graybill J. y Natowsky I. (1999): Discovering childhood: using fingerprints to find children in the archaeological record. *American Antiquity*, 64: 309–315.

Kantner, J., Mckinney, D., Pierson, M. y Wester, S. (2019): Reconstructing sexual divisions of labor from fingerprints on Ancestral Puebloan pottery. *Proceedings of the National Academy of Science*, 116 (25): 12220–12225. https//doi.org/10.1072/pnas.1901367116

Kapoor, N. y Badiye, A. (2015): Sex differences in thumbprint ridge density in a central Indian population. *Egyptian Journal of Forensic Sciences,* 5: 23-29.

Králík, M., Novotný, V. y Oliva, M. (2002): Fingerprint on the Venus of Dolní Věstonice I. *Anthropologie* 40 (2): 101-107.

Králík, M. y Novotoný, V. (2003): Epidermal ridge breadth: an indicator of age and sex in paleodermatoglyphics. *Variability and Evolution,* 11: 5-30.

Králík, M. y Nejman, L. (2007): Fingerprints on artifacts and historical items: examples and comments. Jou*rnal of Ancient Fingerprints*, 1: 4-15.

Králík, M., Urbanová, P. And Hložek, M. (2008): Finger, Hand and Foot imprints: the evidence of children on archaeological artefacts. En L. H. Dommasnes y M. Wrigglesworth (eds.): *Children, Identity and the Past*: 1-15. Cambridge.

Lecha-Marzo, A. (1910): Los últimos progresos en la identificación de los reincidentes. Dactiloscopia Vucetich y dactiloscopia Olóriz. *Gaceta médica del sur de España*, II. Monografía de Policía judicial científica: 1-44. http://hdl.handle.net/10481/28096

Leiva Deantonio, J. H., Melo Buitrago, P. J. y Gil Villalobos, M. J. (2011): Dermatoglifia dactilar, orientación y selección deportiva. *Revista Científica "General José María Córdova*", 9 (9): 287-300. https://doi.org/10.21830/19006586.256

Lorda Piñol, M. J. (2004): *Análisis del algoritmo de Maio para la extracción de huellas dactilares. Optimización para una implementación hardware*. Tesis Doctoral. Tarragona: Universidad Rovira I Virgili.

Lubián y Arias, R. (1852): *Dactiloscopia.* Madrid: Reus Editorial.

Mannoni, T. (2005): Arqueología, Arqueometría e Historia de la cultura material. En R. Carta, R. (ed.): *Arqueometría y Arqueología Medieval*: 1-217. Granada: Al-Baraka.

Martínez, S. A. (2017): *El análisis químico de residuos de huellas digitales latentes. Su posible aplicación en el proceso de datación.* Tesis Doctoral. Córdoba: Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física. http://hdl.handle.net/11086/5840

Martinez-Sevilla, F., Arques, M. Jordana, X., Malgosa, A., Lozano Rodriguez, J. A., Sanchez Romero, M., Sharpe, K. y Carrasco Rus, J. (2020): Who painted that? The authorship of Schematic rock art at the Los Machos rockshelter in southern Iberia. *Antiquity*, 94 (377): 1133-1151. https://doi.org/10.15184/aqy.2020.140

Míguez, V., Ibáñez-Gimeno, P., Carreras, J., Liria, J y Malgosa, A. (2016): El artesano de La Canal dels Avellaners (Edad de Bronce, Barcelona): análisis de huellas dactilares. *Trabajos de Prehistoria,* 73 (1): 147-159. https//doi.org/10.3989/tp.2016.12168

Moran, K. S. (2007): Unintentional artefacts: fingerprinting material culture. *Journal of Ancient Fingerprints*, 1: 16-18.

Moreno Onorato, A., Alarcón García, E., Díaz-Zorita Bonilla, M. y Arboledas Martínez, L. (2019): "El descubrimiento de la Cueva de Biniedrís (Alaior, Menorca, España)". *Revista de Menorca* 95: 271- 286.

Onetto, Mª. y Podesta, Mª. M. (2011): Cueva de las Manos. An Outstanding Example of a Rock Art Site in South America. En *Adoranten; Scandinavian Society for Prehistoric Art*: 67–78. Sweden: Tanumshed.

Pardo Mata, P. (2008): Orígenes históricos de la Dactiloscopia. Los inicios de la Dactiloscopia en la Guardia Civil española. El estuche dactiloscópico en el Museo de la Guardia Civil, Madrid. *Cuadernos De La Guardia Civil Revista De Seguridad Publica*: 1-22.

Posada Jeanjacques, J. A. (2018): *La revelación de las huellas dérmicas,* La Habana, Cuba: Ediciones Centinela.

Rivera, A. y Menéndez, M. (2011): Las conductas simbólicas en el Paleolítico. Un intento de comprensión y análisis desde el estructuralismo funcional. *Prehistoria y Arqueología*, 4: 11-42. https://doi.org/10.5944/etfi.4.2011.10739

Utrilla, P., Baldellou, V., Bea, M. y Viñas, R. (2013): La cueva de la Fuente del Trucho (Asque-Colungo, Huesca). Una cueva mayor del arte gravetiense". En Congreso Internacional: El Gravetiense Cantábrico, estado de la cuestión. Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira, 23: (526-537). Madrid.

Unturbe Jiménez, E. (2015): *Estudio de las impresiones dermopapilares de los dedos en dos poblaciones americanas de origen europeo: Canadá y Argentina*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Vinitzca, N. (2005): "La relación de la huella dactilar con la esquizofrenia". *Las tesinas de Belgrano*, 190: 1-28. https//doi.org/10.13140/rg.2.1.4646.7280

Yamashita, B. y French, M. (2009): Desarrollo de la impresión latente. En A. Mcroberts (ed.): *El libro de referencia de las huellas dactilares*, capítulo 7: 160-230). Washington: Instituto Nacional de Justicia.

Zorita, D. S. (2003*): Reconocimiento automático mediante patrones biométricos de huella dactilar*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

# MIRADAS COMPLEMENTARIAS. PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA EL ESTUDIO DE LA CERÁMICA COMÚN: EL MATERIAL DE CANCHO ROANO

**Paloma de Zulueta de la Iglesia** *

**RESUMEN**

La actual línea de investigación sobre la cerámica común de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz), centrada en los aspectos inmateriales de la cultura material -comensalidad, colectividad e identidad en el santuario-, pretende llevar a cabo una propuesta teórica de aproximación a las múltiples perspectivas que ofrece el conjunto alfarero del lugar, constituido por más de 44.000 fragmentos en su última fase de ocupación (s. V a.C.). Miradas complementarias que es preciso recorrer desde un punto de vista morfológico, tecnológico, contextual y posdeposicional para valorar en su conjunto el registro cerámico recuperado. Propuestas de trabajo que tienen como objetivo profundizar en la dimensión inmaterial de la cultura material de esta comunidad protohistórica: conocer los usos y costumbres culinarios de los colectivos que participaron en la ceremonia de clausura del recinto; describir los modelos de interacción entre los comensales y planear la posible individualidad de las comunidades participantes; definir los patrones de explotación de recursos naturales; establecer los modelos productivos y precisar las redes de distribución y comercialización de la producción alfarera de uso común. Un conjunto de propuestas de interpretación complementarias sobre la cerámica común del yacimiento que contribuya a la definición de la realidad antropológica del santuario y, por ende, de las comunidades que ocuparon la cuenta media del Guadiana en la recta final de la I Edad del Hierro.

***Palabras clave: Protohistoria, Tartessos, cerámica común, clasificación cerámica, arqueometría, funcionalidad, contexto arqueológico.***

**ABSTRACT**

The study of the domestic pottery of Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz), based on the intangible heritage of the material culture -commensality, collectivity and identity in the Tartessian sanctuary-, intends to carry out a theoretical approach to multiple perspectives offered by the domestic pottery set of the site, made up of more than 44,000 fragments in its last phase of occupation (5th century BC). Complementary perspectives that must be explored from diverse points of view: morphological, technological and contextual, in order to assess the local pottery as a whole. The announced proposals aim to delve into the immaterial dimension of this protohistoric community: learn about the culinary uses and customs of those that participated in the closing ceremony of the sanctuary; describe the patterns of interaction between diners; identify traits of individuality among the participating communities; define exploitation patterns of natural resources; establish pottery production models and specify distribution and commercialization networks of local pottery production. An ensemble of new proposals about the domestic pottery production that may contribute to understand the anthropological reality of the sanctuary and, therefore, of the communities that occupied the middle basin of the Guadiana River in the final stretch of the Early Iron Age.

***KEYWORDS: Protohistory, Tartessos, Domestic Pottery, Pottery Classification, Archaeometry, Pottery Function, Archaeological Context.***

* Escuela de Doctorado UCM. Programa de Historia y Arqueología: área de Prehistoria. Email: palomadezulueta@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

La cerámica común del santuario protohistórico de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz) constituye un conjunto material de notable relevancia. Por sus cualidades técnicas y variantes formales, además de su particular uniformidad, estas piezas sintetizan los rasgos más representativos de la cultura material tartésica en la cuenca media del Guadiana a lo largo del siglo V a.C. Más allá de cuestiones técnicas y formales, la singularidad de este registro permite profundizar en aspectos inmateriales de la cultura del recinto. Los hábitos culinarios y las prácticas de comensalidad colectiva documentados en Cancho Roano son la expresión de un grupo humano bien definido, consciente de su propia individualidad. La extraordinaria convocatoria del banquete de clausura del santuario y la uniformidad de los recipientes y contenedores utilizados en el festín, ponen de manifiesto el complejo sistema político, económico y social de una comunidad cohesionada por fuertes lazos culturales y profundas inquietudes espirituales.

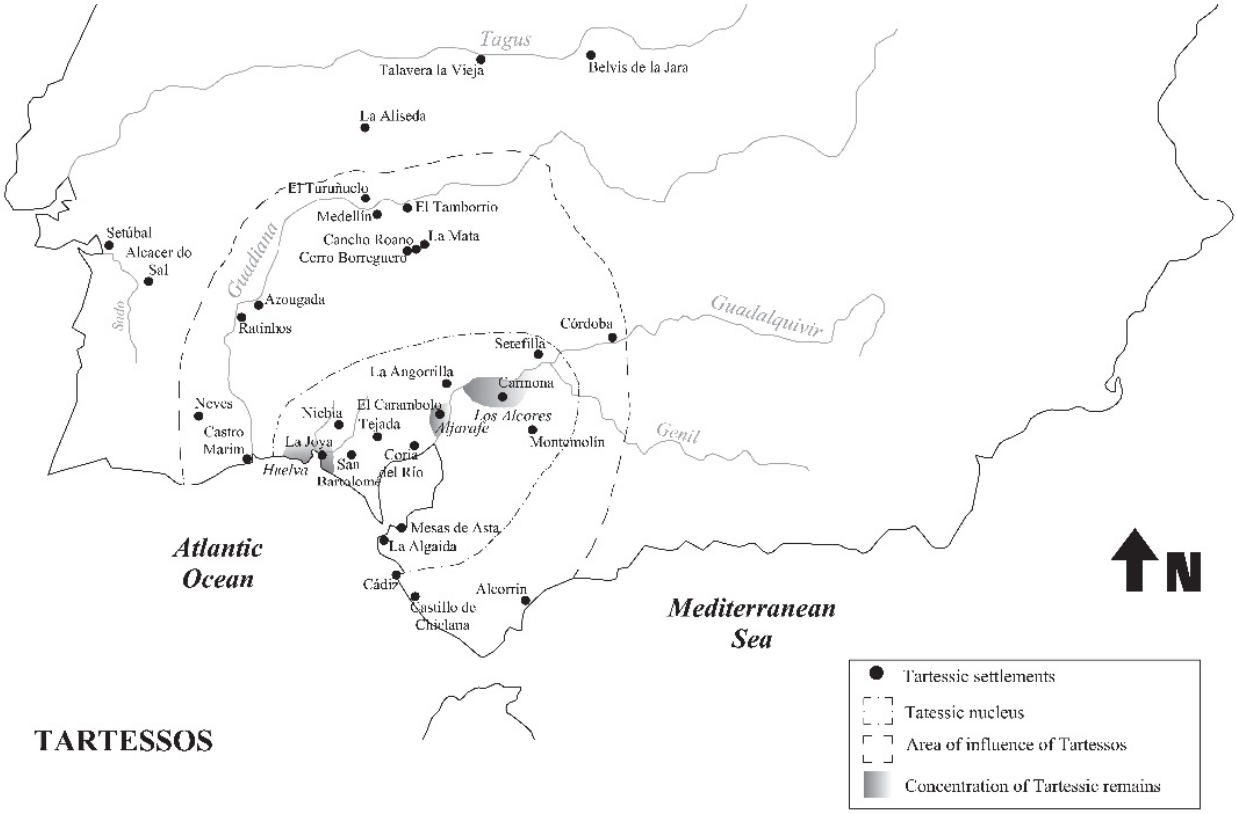



**Figura 1**. El territorio de Tartessos (según Rodríguez González, 2016: fig. 83)

En los cuarenta años de excavación y estudio de Cancho Roano, el registro cerámico ha sido una constante, cobrando especial significado en contexto de clausura del santuario. La llamativa concentración de piezas hace de este conjunto una de las muestras alfareras más completas de la etapa final del horizonte cultural tartésico en la cuenca media el valle del Guadiana (Figura 1). El estudio actual del registro cerámico de uso doméstico pretende abordar tanto aspectos técnicos como cuestiones inmateriales asociadas a la comunidad que habitó el lugar.

La primera fase de la investigación se ha centrado fundamentalmente en la clasificación formal, la definición tipológica, la caracterización tecnológica y la sistematización funcional del conjunto. Igualmente, se analizarán los múltiples procesos posdeposicionales a los que fueron sometidos los materiales.

Por último, se enunciarán las hipótesis de interpretación del conjunto cerámico y su contexto desde un punto de vista antropológico –social, económico, cultural y ritual-.

La segunda fase del trabajo pretende abordar aspectos complementarios, imprescindibles para la interpretación de la dimensión inmaterial del registro cerámico. En este punto, la realización de análisis arqueométricos hará posible contrastar las hipótesis de trabajo formuladas sobre el recinto y su funcionalidad. De este modo, se pretenderá profundizar en cuestiones relativas a las áreas de extracción, producción y comercialización -a escala doméstica y regional-, que permitirán definir modelos económicos y patrones de interacción de los moradores del recinto con su entorno. Finalmente, se analizan los hábitos de consumo y las dinámicas de comportamiento

social que puedan ser identificados en Cancho Roano para ser comparados con otros emplazamientos circundantes.

Con todo esto, se propone una lectura más profunda que facilite la interpretación del significado inmaterial de los recipientes cerámicos, atendiendo a variables antropológicas que nos permitan entender el santuario desde otra perspectiva.

## 2. MIRADA I: ANÁLISIS TIPOLÓGICO. EL REPERTORIO CERÁMICO DE CANCHO ROANO

Tradicionalmente, el estudio de los conjuntos cerámicos ha tenido como objetivos prioritarios la clasificación formal de los recipientes, la identificación de los morfotipos, el establecimiento de cronotipologías y, más recientemente, su análisis funcional.

Hasta la fecha se han definido los criterios y las convenciones oportunas para la clasificación formal y morfológica de los recipientes de uso común del yacimiento. Para ello, se han identificado 4 grandes grupos funcionales que engloban los morfotipos de los grupos tecnológicos debidamente caracterizados, en función de sus cualidades técnicas -a mano (10,4%), a torno (89,4%) y a molde (0,2%); de los tipos de pastas: matriz arcillosa, desgrasantes y vacuolas; de los acabados y la decoración- y de sus rasgos morfológicos.

Como resultado se ha obtenido una clasificación sistemática, organizada según un criterio tecnológico, que ha dado lugar a grandes familias funcionales. Estas parten de la premisa de no atribuir una funcionalidad "presentista" (Cobas et al., 1998: 19), única o específica, a cada recipiente sino complementaria.

Desde un punto de vista morfológico y tipológico, se han seguido los parámetros establecidos en el *Diccionario de materiales cerámicos* (Padilla et al., 2002) y las recomendaciones del curso monográfico *Aprendiendo a clasificar y documentar cerámica en arqueología* (Zarzalejos et al., 2021).

La clasificación formal de las piezas pretende concluir con la realización de un catálogo de recipientes del yacimiento. Un registro de cada tipo identificado con la descripción formal, la caracterización tecnológica, la adscripción cronológica y la justificación de su propuesta funcional. Toda esta información irá acompañada de fotografías, dibujos y modelizaciones en 3D. Finalmente, se propondrán paralelos para las piezas.

El objetivo es constituir una colección virtual de referencia para el estudio, consulta y divulgación de la producción cerámica de uso común en la cuenca media del Guadiana en contexto protohistórico.

**Figura 2.** Criterios de clasificación.

## 3. MIRADA II: ANÁLISIS TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN CERÁMICA

Hasta la fecha, la caracterización de los rasgos técnicos esenciales del conjunto cerámico de Cancho Roano se ha realizado mediante el análisis macroscópico de los fragmentos recuperados. La observación directa de los elementos que componen las pastas cerámicas, las texturas y los acabados de las superficies, así como el posterior registro de los resultados, se ajusta a los supuestos teóricos establecidos (Cobas et al., 1998). En el proceso de clasificación e inventario de fragmentos se han analizado los componentes de las pastas cerámicas (arcilla, desgrasantes -frecuencia, tamaño, ordenación y esfericidad-, y vacuolas) para, después, caracterizar los distintos "grupos tecnológicos" que componen el registro cerámico de Cancho Roano. La definición de estos "grupos tecnológicos" contempla una primera clasificación según criterios de funcionalidad de los recipientes –contenedores de almacén, recipientes de cocina y despensa, servicio de mesa, piezas de ajuar personal y litúrgico…-, en los que se atiende a los rasgos que definen cada conjunto –tecnología, dureza, fractura, cocción, color, desgrasantes, vacuolas, superficie y acabado-. De este modo, cada grupo funcional se caracteriza por una marcada homogeneidad en la tecnología empleada, la calidad de las pastas, los procesos de cocción y los acabados (Figura 2).

| TIPO DE ANÁLISIS | Nº MUESTRAS | PROCEDENCIA | FINALIDAD |
|---|---|---|---|
| ESTEREOSCOPÍA LUPA BINOCULAR | 67 | Espacio interior<br>Foso | Análisis: aspectos esenciales de pastas<br>• Composición mineral arcillosa e inclusiones<br>• Textura: elementos, tamaño y forma, desgrasantes y vacuolas<br>• Cocción<br>• Estado de la pasta: grado de vitrificación, color, variaciones en zonas de fractura<br>• Superficies: acabados, engobes y esmaltes<br>• Alteraciones posdeposicionales |
| MICROSCOPIO PETROGRÁFICO | 67 | Espacio interior<br>Foso | Análisis: composición mineralógica de pastas<br>• Identificación de afloramientos arcillosos<br>• Caracterización de las inclusiones (rocas, minerales y fósiles similares)<br>• Estructura y composición de la arcilla y del revestimiento<br>• Transformaciones en la cocción y los procesos posdeposicionales |
| DIFRACCIÓN DE RAYOS X (XRD) | 67 | Espacio interior<br>Foso | • Composición de la pasta arcillosa<br>• Índices de temperatura de cocción (cristalización de la arcilla) |
| ESPECTROSCOPÍA RAMAN / FTIR | 10 | Espacio interior<br>Foso | • Identificación de pigmentos presentes en la superficie de la pieza |
| FLUORESCENCIA DE RAYOS X | 67 | Espacio interior<br>Foso | • Composición química global de los elementos principales<br>• Identificación de trazas de la pasta cerámica |
| CROMATOGRAFÍA DE GASES - ESPECTROMETRÍA DE MASAS | 22 | Espacio interior<br>Foso | Identificación de trazas:<br>• Residuos orgánicos en el interior de los recipientes<br>• Elementos impermeabilizantes |

**Figura 3.** Analíticas realizadas en la primera fase del estudio.

Como respuesta a las hipótesis formuladas para la interpretación del conjunto cerámico, se procedió también a la realización de análisis arqueométricos. La estereoscopía con lupa binocular, junto a la difracción de rayos X -como complemento al estudio de las pastas y para conocer los índices de temperatura de cocción-, permitirán caracterizar la composición mineral arcillosa y las inclusiones, la textura, la cocción, el grado de vitrificación, las superficies y las alteraciones posdeposicionales. Las pruebas realizadas con microscopio petrográfico servirán para identificar afloramientos arcillosos, determinar las características de las inclusiones (rocas, minerales y fósiles similares), definir la estructura y composición de la arcilla y del revestimiento. Además de conocer las transformaciones en la cocción y en los procesos posdeposicionales. Las pruebas de espectroscopía RAMAN / FTIR permitirán la identificación de los pigmentos presentes en la superficie de 10 muestras con decoración pintada y engobes. La fluorescencia de Rayos X permitirá definir de forma global la composición química de los elementos principales e identificar las trazas de la pasta cerámica (Figura 3). El objetivo de todas estas pruebas analíticas es dar respuesta a las múltiples hipótesis enunciadas a partir del estudio macroscópico del material, como las cuestiones relacionadas con las áreas de extracción y proveniencia de materias primas que permitirán la interpretación del yacimiento: origen de las arcillas y su composición, rasgos definitorios de los grupos tecnológicos identificados en el recinto, individualización de conjuntos domésticos del yacimiento respecto a otros recipientes de este mismo rango funcional procedentes otros emplazamientos, definición de posibles áreas productivas, y, por último, la individualización de lotes y grupos tecnológicos concretos –series grises (26%) y pintadas (2,64%)[1].

[1] NMxI (número máximo de individuos): foso

Más allá de cuestiones técnicas, la investigación pretende abordar aspectos sociales y culturales, como los hábitos de consumo. Para ello, las 22 muestras tomadas para la realización de cromatografía de gases – espectrometría de masas harán posible la identificación de residuos orgánicos en el interior de los recipientes y la detección de posibles productos impermeabilizantes en los recipientes.

En una primera fase, se han tomado muestras de 67 piezas preseleccionadas siguiendo un criterio que permita cumplir con los objetivos de la investigación. De este modo, se ha procedido a la selección de piezas representativas de cada tipo formal y grupo funcional, pertenecientes a contextos de ocupación de cada área del yacimiento. Las piezas cumplen con los requisitos establecidos por el Museo Arqueológico de Badajoz para la toma de muestras y tienen un interés particular para el estudio, bien sea por su morfología, su singularidad, sus cualidades tecnológicas o sus circunstancias posdeposicionales (Figura 4).

**GRUPOS FUNCIONALES Y TECNOLÓGICOS(*)**

| |
|---|
| Contenedores de almacén y despensa |
| Preparación de alimentos: manufactura doméstica (factura tosca) |
| Servicio de mesa: serie oxidante/mixta |
| Servicio de mesa: serie gris |
| Servicio de mesa: serie pintada |
| Elementos de ajuar: ungüentarios y serie margarita |
| (*) Selección de piezas afectadas por el fuego y fragmentos intactos |

**PROCEDENCIA**

| RECINTO PRINCIPAL | ESTANCIAS PERIMETRALES | FOSO | POZO EXTERIOR |
|---|---|---|---|
| • Derrumbe planta superior<br>• H-2, H-3, H-5, H-6, H-8, H-9, H-10, H-11, Patio<br>• H-1 (sin muestras) | Ajuares de las ofrendas (sin muestras) | Material sobre el lecho del foso:<br>• Sector Oeste: UE. 1042 (sin muestras) y 1028;<br>• Sector Sur: UE. 1048 (sin muestras); 1070=1071<br>• Sector Norte: UE. 1057 Y 1058<br>• Sector Este: UE: 1027, 1028, 1029, 1042 (sin muestras) y 1055. | UE. 1030 (sin muestras) |

**Figura 4.** Criterios de selección de piezas para la realización de los análisis arqueométricos.

Los resultados permitirán concluir cuestiones esenciales relacionadas con el funcionamiento del recinto:

- Para la valoración de la posible producción alfarera a escala doméstica en el recinto, será preciso realizar análisis petrográficos que permitirán contrastar la composición de las pastas cerámicas con las características descritas en las cartas geológicas. Aunque la identificación de zonas de extracción de arcilla cruda resulta extraordinariamente compleja, se podrán analizar las practicadas en la ribera del río. Además de la caracterización de la materia arcillosa y sus inclusiones será posible realizar un análisis comparativo con recipientes de emplazamientos próximos (Buxeda et al. 2008: 44). Por otra parte, será preciso identificar en el yacimiento estructuras -encanchados circulares y piroestructuras de adobe o arcilla- y elementos materiales -posible torno, toberas y alisadores-.que podrían evidenciar una actividad alfarera doméstica.
- El análisis comparativo de composición de las pastas entre los recipientes del interior del edificio y aquellos procedentes del foso permitirá confirmar si el origen de las piezas de almacén y el servicio de mesa es común o si, por el contrario, es el resultado de un aprovisionamiento específico para la celebración del banquete de clausura. La identificación de la composición mineral de los ejemplares recuperados en el interior del foso permitirá determinar si el santuario organizó y proveyó de alimentos y vajilla a los comensales (Figura 5).
- La homogeneidad que presentan determinados grupos tecnológicos en el yacimiento –serie oxidante, gris y pintada- hace pensar en la posible introducción de lotes cerámicos exógenos. Los análisis de pastas permitirán determinar si la composición mineral de dichos recipientes presenta un patrón en la adquisición de determinados tipos cerámicos (Figura 6).

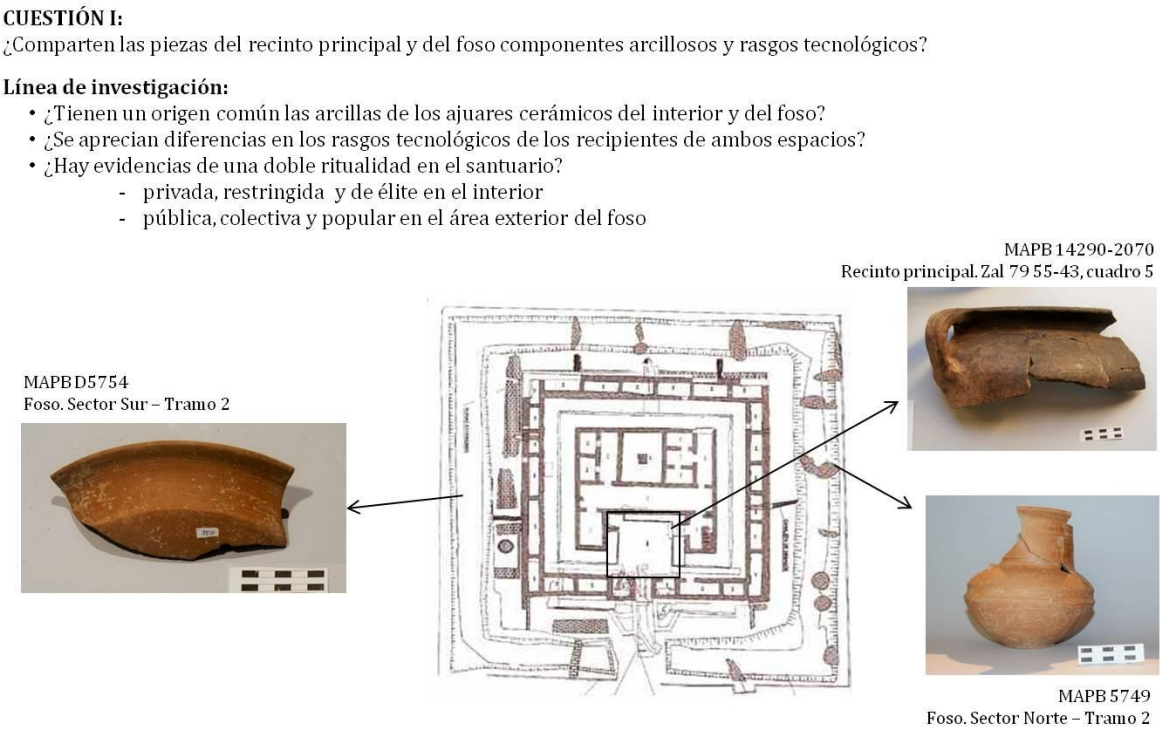



**Figura 5**. Dialogando con las piezas: sobre una posible dualidad litúrgica.

De igual modo, la arqueometría permitirá dar respuesta a cuestiones relacionadas con los patrones de comportamiento social, económico y cultural derivados de la interacción entre comunidades de la comarca:

- Desde un punto de vista productivo, relacionado con la extracción de materias primas y las áreas de producción alfarera, será posible aceptar o desestimar la existencia de áreas de extracción y producción colectivas, provistas de equipamientos -hornos- e instrumental –tornos- comunitarios, así como modos de producción y rasgos tecnológicos que definan la producción alfarera de la región.
- Desde un punto de vista formal, se planteará la existencia de morfotipos propios en cada yacimiento que determinen hábitos de consumo diferenciados. ¿Hasta qué punto las variantes formales podrían evidenciar la individualidad de cada comunidad? (Figura 7).
- El análisis petrográfico de las inclusiones presentes en las pastas de los recipientes de cocina y despensa permitirá la definición de una manufactura a mano a escala doméstica. La asociación de este grupo tecnológico con recipientes de otros emplazamientos próximos haría posible la identificación de vínculos cotidianos entre asentamientos (Figura 8).

La realización de las propuestas hará posible aclarar cuestiones relevantes sobre aspectos tecnológicos y de producción esenciales para la posterior interpretación del recinto.

## 4. MIRADA III: LA CERÁMICA Y SU CONTEXTO

El contexto en el que se produjo la clausura ritual del santuario de Cancho Roano ofrece la posibilidad de proyectar la mirada sobre los aspectos inmateriales del registro cerámico del foso, entendido como la expresión de un colectivo humano (Figura 9). Cuestiones que llevan implícitos aspectos fisiológicos –asociados al consumo de alimentos-, culturales -derivados de los modos de interacción entre los individuos de una misma comunidad o entre grupos limítrofes- y económicos –relacionados con la explotación de recursos naturales, la producción y el la distribución-. La aproximación al material de uso común adquiere una dimensión muy amplia, con múltiples matices de carácter funcional, técnico y simbólico integrados en la realidad de lo cotidiano. El alcance de la interpretación de estos contextos dependerá, en gran medida, de las respuestas que ofrezcan las analíticas realizadas a las piezas del recinto.

**CUESTIÓN II:**
¿Comparten rasgos tecnológicos los recipientes de cada serie productiva?

**Línea de investigación:**
- ¿Se pueden establecer patrones comerciales de adquisición de piezas por lotes?

**Figura 6**. Dialogando con las piezas: adquisición de recipientes por lotes.

**CUESTIÓN III**
¿Es posible determinar el origen de las arcillas? ¿Hay coherencia entre la uniformidad formal que presenta el conjunto cerámico y los rasgos tecnológicos de las piezas?

**Línea de investigación:**
- ¿Cómo se produjo el abastecimiento de víveres y recipientes para la ceremonia de clausura?
- ¿Es posible individualizar las zonas de procedencia de los recipientes?
- ¿Es posible definir rasgos asociados a colectivos o clanes a partir de la composición de las arcillas y los morfotipos?

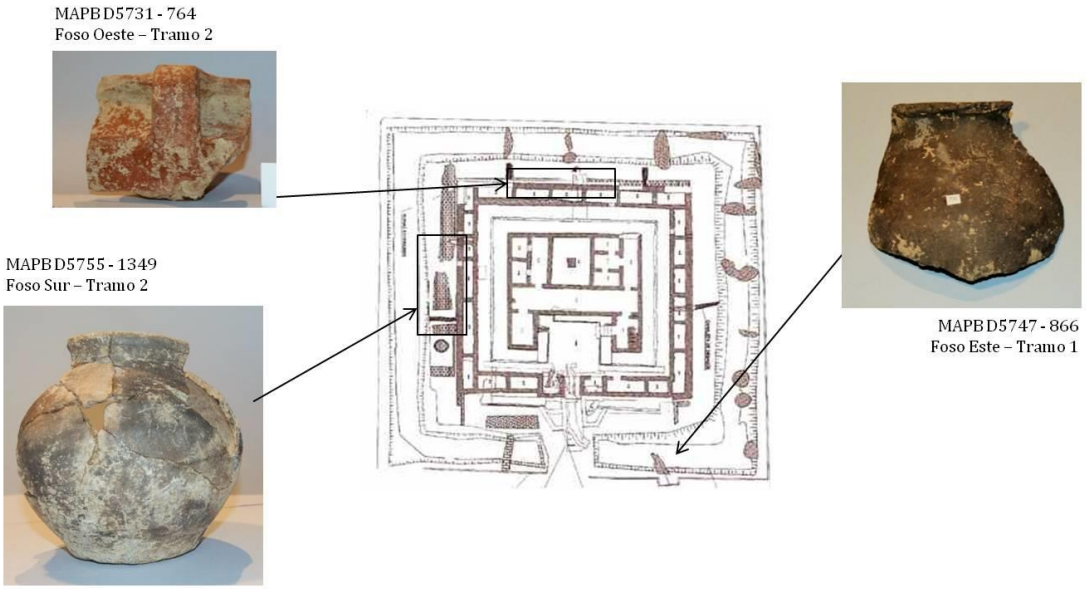



**Figura 7**. Dialogando con las piezas: sobre el origen de los recipientes.

Otras valoraciones permiten realizar lecturas complementarias sobre la dimensión antropológica y cultural del material cerámico. De este modo, la liturgia que subyace en todo el proceso de comensalidad, conformación del "basurero sagrado" y clausura del recinto, impregna el conjunto alfarero. La dispersión y homogeneidad de los recipientes hallados en el foso dan muestra de una distribución uniforme de los comensales entorno a los cuatro sectores perimetrales del recinto[2]. No se aprecia jerarquización social ni individualidad grupal alguna (Figura 10).

[2] Distribución del material cerámico: sector Norte: 19%; sector Sur: 28%; sector Este: 24,4%; sector Oeste: 22%.

Sin embargo, la disposición de los desechos sobre el lecho del foso[3], la significativa concentración de restos óseos derivados de un consumo cárnico en el área Oeste[4] y la presencia de un conjunto material relativamente uniforme hallado en el interior del pozo exterior, formado por recipientes de factura fina asociados a un consumo individual[5], además de un betilo[6], permiten interpretar el conjunto material del foso como un "basurero sagrado" [7].

El estudio del material cerámico del foso también requiere del análisis de su estructura. Las evidencias que se aprecian en la excavación de las paredes del pozo exterior y la base del foso hacen permiten aducir posibles factores bioclimáticos como desencadenantes del abandono del recinto. La excavación del pozo exterior en dos tramos diferenciados y una profundidad de más de 5 metros, así como las fosas[8] practicadas en la base del sector Sur, parecen evidenciar la necesidad de la comunidad por alcanzar un nivel freático en permanente descanso y que obligó a sucesivas excavaciones para garantizar el abastecimiento de agua en el lugar. De este modo, sería posible explicar la causa del abandono de Cancho Roano y de otros emplazamientos de la región. Los estudios polínicos realizados en el área próxima de La Mata (Campanario, Badajoz) (Grau et al., 2004: 29-72) evidencian un proceso de deforestación y degradación del paisaje natural a lo largo del periodo tartésico, más acuciante, si cabe, en la etapa de transición a la II Edad del Hierro, hacia el 400 a.C. El paulatino despoblamiento de la comarca, sin evidencias de acontecimientos violentos, respondería a un movimiento migratorio colectivo, organizado y coordinado. Quizás un ciclo climático de profunda sequía, a medio plazo irreversible, que podría habría dificultado la explotación del territorio y la ocupación de la región. La interpretación de los pólenes que aporta el estudio realizado sobre el paleoambiente de la Serena señalan la presencia de esporas que ponen de manifiesto la presencia de aguas estancadas (*Zygnemataceae, Spirogyra, Mougeotia* sp.); otras derivadas de una posible desecación de zonas húmedas (*Pseudoschizaeae)*; y esporas asociadas a contextos de sequía *(Gelasinospora*) (Grau et al., 2004: 35). Los análisis de los niveles de derrumbe de La Mata coinciden con estos mismos ambientes de aguas estancadas y sequía. En esta misma línea, los autores identifican distintos índices de humedad y sequía, tanto en el foso del recinto de la Mata, como en el estrato de colmatación de balastro *(*Grau et al., 2004: 35-36)[9]. Estas significativas variaciones hidrológicas podrían estar asociadas con las sucesivas modificaciones practicadas en la estructura del pozo exterior de Cancho Roano y la excavación de pozas en la base del foso.

**CUESTIÓN IV:**

¿Qué rasgos tecnológicos tiene la producción doméstica de Cancho Roano?

**Línea de investigación:**

- ¿Comparte la producción doméstica de Cancho Roano rasgos tecnológicos con los recipientes de emplazamientos próximos?
- ¿Existe una red de distribución de recipientes de factura a mano y uso doméstico a escala local?

MAPB 13768 - 2116
H-10

MAPB D5747 - 866
Foso Este – Tramo 1

MAPB D5732 - 623
Foso Oeste – Tramo 3

**Figura 8**. Dialogando con las piezas: la producción doméstica.

[3] Martín Bañón, A.: *Memoria del foso de Cancho Roano*. Estratigrafía: sector Oeste: UE. 1042 y 1028; sector Sur: UE. 1048; 1070=1071; sector Norte: sin individualizar. sector Este: UE: 1042 y 1055.

[4] Martín Bañón, A.: *Memoria del foso de Cancho Roano*

[5] UE. 1030. Copas griegas: 10 fragmentos. Martín: Memoria del foso de Cancho Roano.

[6] UE. 1030. Martín Bañón, A.: *Memoria del foso de Cancho Roano.*

[7] Memoria del foso. Martín, e.p. Estratigrafía: sector Oeste: UE. 1009=1027; sector Sur: UE. 1009=1027; sector Norte: UE. 1058; sector Este: UE. 1053-1054.

[8] UE. 1075. Martín Bañón, A.: *Memoria del foso de Cancho Roano*

[9] Según los autores, las muestras 7, 8 y 10, que se corresponden con los niveles de derrumbe, contienen los tipos de palinomorfos no-polínicos (*Zygnemataceae y Pseudoschizaeae)*..

Por último, más allá de las hipótesis de estudio formuladas con anterioridad, en el proceso de clasificación cerámica se han identificado ciertos rasgos que dotan de singularidad al conjunto material de uso común de Cancho Roano. En determinados casos, se aprecia la presencia de elementos arcaizantes derivados de la tradición alfarera precolonial, propios del valle medio del Guadiana. Pervivencias que evidencian la raigambre indígena tartésica de la comunidad que habitó Cancho Roano. Ejemplos de tal indigenismo los encontramos en los pequeños cuencos de factura a mano y casquetes esférico y carenado de tradición del Bronce Final, hallados a contextos del 600-500 a.C. en la necrópolis de Medellín (Almagro-Gorbea et al., 2008: 746, figs. 823 y 824)[10]; en los platillos con espatulados radiales e impresiones a punzón "de pastillas repujadas", a modo de motivos florales (Almagro-Gorbea et al., 2008: 745-746, fig. 826); en el pequeño cuenco hemiesférico con botón o mamelón que podría enraizar con los ejemplares de un contexto de transición entre el Bronce Final y la época tartésica de botones de bronce, así como una gran vasija de carena alta hallada en Medellín (650-625 a.C.) (Almagro-Gorbea et al., 2008: 734-736, fig. 811); en las cazuelas y platos decorados con motivos vegetales abullonados y la serie "margarita" que podrían dar continuidad a las representaciones en disposición radial que decoran las bases y los fondos pintados de los cuencos tipo "Medellín", fechados entre el 675–475 a.C. (Almagro-Gorbea et al., 2008: fig. 808) Otras producciones, algunas de factura grosera, como los ejemplares de cuello acampanado herederos de los tipos "à chardon" semejantes a los recuperados en Medellin (650-600 y 575-550 a.C.) y los acabados escobillados y la decoración digitada, presentes en contextos previos de dicha necrópolis (625-600 a.C.). Por último, cabe reseñar el ejemplar tipo Cruz del Negro semejante a los identificados en Medellín (segunda mitad del siglo VI a.C. y principios del V a.C.).

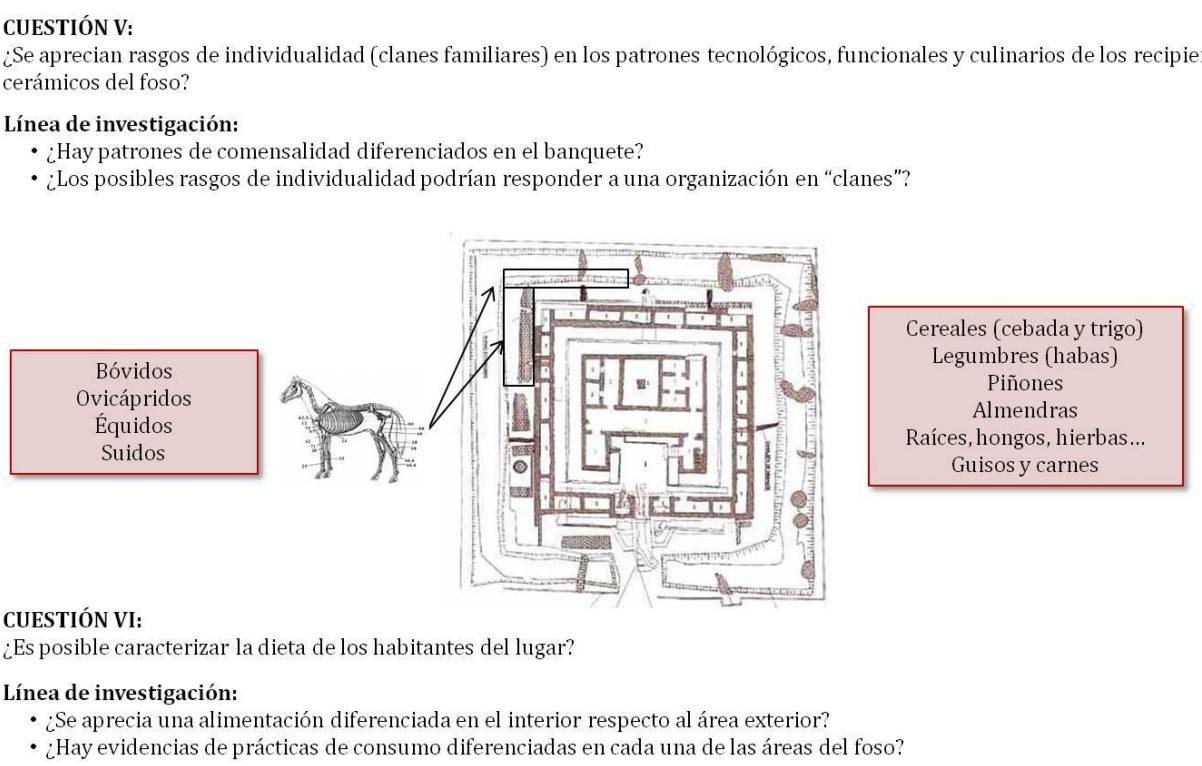



**Figura 9**. Dialogando con las piezas: una aproximación antropológica al registro material.

El objetivo de las distintas hipótesis enunciadas es concluir si, tras la uniformidad que caracteriza la cerámica común de Cancho Roano, subyacen patrones de comportamiento colectivo, reforzados por raíces culturales ancestrales, que expliquen la cohesión que las distintas comunidades de la comarca mostraron en el traumático contexto de clausura, abandono y éxodo (Figura 11).

[10] Casquete esférico: 86G/30-2 (600-575 a.C.); 86G/8-3 (525-500 a.C.). Casquete carenado: 86G/1-1 (*ante quem* c. 475-450 a.C.)

**CUESTIÓN VII:**
Análisis comparativo de las composiciones arcillosas y técnicas alfareras en distintos emplazamientos coetáneos.

**Línea de investigación:**
- ¿Existen áreas de extracción y espacios de producción colectivos?
- ¿Se pueden identificar talleres colectivos a escala regional?

**CUESTIÓN VIII:**
¿Se aprecian variaciones de morfotipos cerámicos entre los emplazamientos coetáneos?

**Línea de investigación:**
- ¿Podrían evidenciar hábitos de consumo diferenciados?
- ¿Podrían responder a rasgos de individualidad de cada comunidad?

**Figura 10**. Dialogando con las piezas: la cultura material como expresión de un sistema humano.

## 5. MIRADA IV: ANÁLISIS DEL PROCESO POSDEPOSICIONAL

El estudio del material cerámico y la propuesta de interpretación del yacimiento pasan necesariamente por el análisis de los agentes intrínsecos y extrínsecos que intervienen en los procesos posdeposicionales. Con ello, se pretende identificar los agentes de alteración del conjunto alfarero. Entre los *agentes intrínsecos* es preciso valorar el efecto que tuvieron sobre las piezas la exposición directa al fuego y al colapso de la estructura, ocasionando la alteración de las pastas y las superficies. Esto provocó el estallido, dispersión y descontextualización de los fragmentos. Será precisa la realización de analíticas comparativas de pastas y superficies cerámicas de piezas procedentes del recinto principal y del foso, con técnicas como la microscopía óptica, el microscopio electrónico polarizado y la difracción de rayos X. Sus resultados permitirán conocer los procesos de cocción y la posible alteración de las propiedades de las pastas por termoalteración. El colapso del recinto, provocado por un incendio intencionado tras el sellado de la estructura, debió convertir el espacio interior en una cámara de cocción con poco oxígeno. Esta segunda cocción espontánea podría haber alterado el estado de las pastas y su grado de vitrificación, modificando el aspecto original de algunas piezas. Los resultados de estas analíticas permitirán confirmar o descartar si la calidad técnica que se aprecia en algunos ejemplares del ajuar de mesa procedente del recinto principal, respecto a los recipientes del foso, se debe a una cuestión premeditada o resulta ser meramente circunstancial. En este sentido, una segunda cocción podría haber alterado la calidad de las texturas y los acabados, mejorando el aspecto general de los recipientes, logrando ejemplares con terminaciones más finas, espatulados y bruñidos más brillantes de aspecto y sonido casi metalizado.

Por último, la valoración de los *agentes extrínsecos*, relacionados con la remoción de los terrenos y el largo proceso de excavación, inventario, clasificación y almacenaje, permite entender el elevado porcentaje de fragmentos descontextualizados.

## 6. MIRADA V: RETROSPECTIVA: LA CUANTIFICACIÓN MATERIAL

El estudio de la cerámica de uso común de Cancho Roano, con un volumen material de singular envergadura, requiere de una mirada retrospectiva. Precisa de un análisis que permita la identificación, no solo de las circunstancias que han dificultado el desarrollo de la investigación, sino también de los errores metodológicos que hayan podido producirse.

Desde un principio, uno de los principales objetivos del trabajo se centró en la cuantificación del material cerámico. La estimación del número de recipientes permite enunciar importantes hipótesis de interpretación en el plano socioeconómico, sobre la realidad productiva y la distribución de los contenedores. También sobre la interpretación del contexto social y cultural. Sin embargo, los ensayos realizados para la identificación del número mínimo de individuos (NMI) han sido infructuosos. La envergadura del conjunto y el elevado porcentaje de fragmentos descontextualizados han hecho inviable la tarea. El porcentaje de fragmentos descontextualizados en el área interior, como consecuencia de los múltiples procesos posdeposicionales asciende al 70%. La falta de un protocolo preestablecido para el proceso de inventario y clasificación, que hubiese implicado el registro numérico de todos los fragmentos, identificación y conteo de todos los individuos y, por último, el registro del peso de cada forma o tipo identificado, impide la identificación del número mínimo de individuos (NMI).

No obstante, pese a las dificultades, la arqueometría aportará la luz necesaria para concluir satisfactoriamente el estudio del conjunto material más abundante y que mejor refleja la vida cotidiana del yacimiento de Cancho Roano: la cerámica de común.

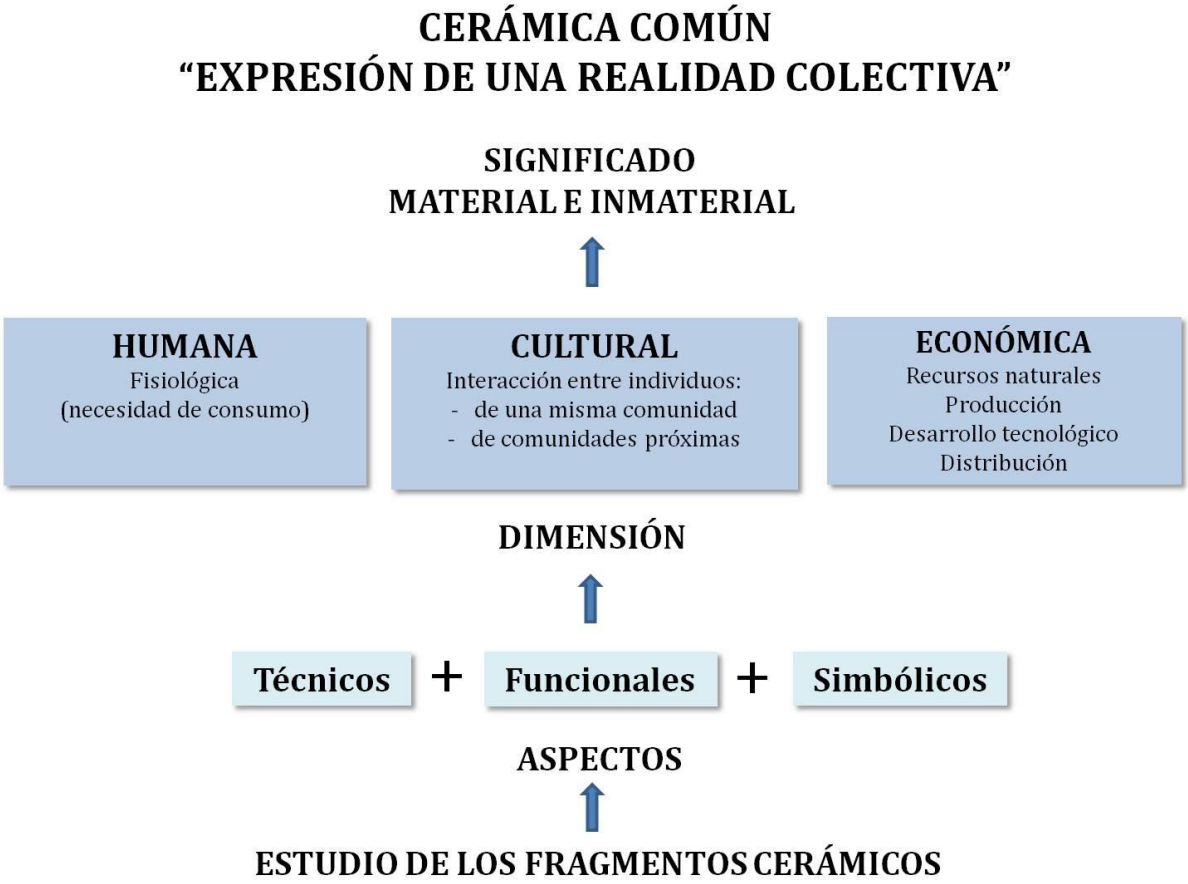



**Figura 11**. Mirada III: Análisis del contexto. La dimensión inmaterial del registro cerámico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores anónimos sus comentarios constructivos. Este trabajo forma parte del proyecto de tesis doctoral *La cerámica común de Cancho Roano. Aspectos inmateriales de la cultura material: comensalidad, colectividad e identidad en el santuario*, inscrita en la Facultad de Geografía e Historia de la UCM. Codirigida por Dr. S. Celestino Pérez (IAM – CSIC y Junta de Extremadura) y el Dr. Mariano Torres Ortiz (UCM). El trabajo ha sido apoyado por el Programa Marco "Construyendo Tarteso 2.0. Análisis constructivo, espacial y territorial de un modelo arquitectónico en el valle Medio del Guadiana. PID2019-108180GB-100 (2020-2023)" financiado por el Instituto de Arqueología de Mérida (IAM-CSIC – Junta de Extremadura). Quiero expresar, igualmente, mi agradecimiento a I. Gastañaga por la revisión del texto.

## BIBLIOGRAFÍA

Almagro-Gorbea, M. y Torres, M. (2008): Cerámica a mano. En *La necrópolis de Medellín. II. Estudio de los hallazgos*: 734-748. Bibliotheca Archaeologica Hispana 26 vol. 2, Real Academia de la Historia, Madrid.

Buxeda i Garrigós, J. (2008): Arqueometria ceràmica: una arqueologia ceràmica amb més informació. En *Cota zero: revista d'arqueologia i ciència*, Núm. 23: 38-53.

Celestino, S. y Cabrera, A. (2008): El banquete privado y el banquete comunal en el santuario de Cancho Roano. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 18: 189-215. Universidad de Granada.

Cobas, Mª I. y Prieto-Martínez, Mª P. (1998): *Criterios y convenciones para la gestión y el tratamiento de la cultura material mueble*. CAPA 7, Grupo de Investigación en Arqueología del Paisaje, Universidad de Santiago de Compostela.

Grau, E.; Duque, D. y Cuenca, C. (2004): Paleoambiente y paisaje de La Serena. En Rodríguez Díaz, A. (ed.): *El edificio protohistórico de "La Mata" (Campanario, Badajoz) y su estudio territorial*: 29-72. UNEX, vol. I, Cáceres

Padilla, C.; Maicas, R.; Cabrera, P. (2002): *Diccionario de materiales cerámicos*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid.

Rodríguez González, E. (2016): *El reflejo de Tartesos en la periferia del Guadiana*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Zarzalejos, M., Pina, Mª. R. y Aranda, R. (2021): Clasificación y caracterización de las cerámicas arqueológicas, *Aprendiendo a clasificar y documentar cerámica en Arqueología: épocas romana y tardoantigua*. Curso de Formación Permanente. UNED, Madrid.

# PRIMERA APROXIMACIÓN A LOS GESTOS TÉCNICOS CERÁMICOS DEL *OPPIDUM* DE SIERRA BOYERA (BELMEZ, CÓRDOBA)

**Araceli Cristo Ropero***

**RESUMEN**

En este trabajo queremos presentar los resultados preliminares sobre el estudio de los gestos técnicos en la producción cerámica documentados en el *Oppidum* de Sierra Boyera (Belmez). Dicho enclave se encuentra en el Norte de la provincia de Córdoba, en una meseta localizada en el margen izquierdo del río Guadiato, concretamente en una de las zonas en la que el río configura la madre vieja del mismo.
Durante la última excavación arqueológica se documentó una gran cantidad de elementos relacionados con la producción local de formas cerámicas, entre los que destacamos la localización de un horno cerámico fechable entre el siglo IV-III a. C. Tras el estudio de las piezas cerámicas se han podido evidenciar algunos elementos relacionados con la cadena técnico-operativa de la producción cerámica, correspondientes a los procesos de fabricación, tanto del propio modelado de la forma como de la decoración de la misma. En lo que respecta a la configuración de estos artefactos, se ha podido constatar el empleo de la técnica de plancha o placas, junto con la técnica de macarrones o colombín, así como algunas huellas de uso de la barbotina e instrumentos tales como una herramienta lítica que se ha interpretado como un alisador. En lo que atañe a las herramientas empleadas en la decoración se ha documentado un elemento férrico que se ha interpretado como un estampillador fitoforme.
Estos elementos aportarán un conjunto que evidencia la fabricación local, de parte del complejo cerámico documentado en este sitio entre los siglos IV-II a. C.

***Palabras clave: Producción cerámica, alfar, herramientas, hornos íberos, protohistoria***

**ABSTRACT**

In this paper we would like to present the preliminary results of the study of the technical gestures of ceramic production documented in the *Oppidum* of Sierra Boyera (Belmez). This enclave is located in the north of the province of Córdoba, on a plateau located on the left bank of the Guadiato river, in one of the areas where the river forms the old mother of the same.
During the last archaeological excavation, a large number of elements related to the local production of ceramic forms were documented, including the location of a ceramic kiln dating from the 4th-3rd century BC. After studying the ceramic pieces, it has been possible to identify some of the elements of the technical-operational chain of the ceramics, corresponding to the manufacturing processes, both the modelling of the form itself and the decoration of the same. With regard to the configuration of these artefacts, the use of the slab or plate technique together with the macaroni or colombín technique, or some traces of the use of slip, as well as instruments such as a lithic tool that has been interpreted as a smoothing tool, have been found. As far as local decorative techniques are concerned, a ferrous element has been documented which has been interpreted as a phytoform stamper.
These elements provide evidence of the local manufacture of part of the ceramic complex documented at this site from the 4th-2nd century BC.

***KEYWORDS: Ceramic production, pottery, tools, Iberian kilns, protohistory***

* Universidad de Granada. Email: aracelicro@correo.ugr.es, https://orcid.org/0000-0002-1288-868X

## 1. INTRODUCCIÓN

En este texto vamos a presentar los datos preliminares sobre gestos y caracterización de la producción cerámica del *Oppidum* de Sierra Boyera, tras el estudio de los artefactos cerámicos de las tres campañas de excavación que se han realizado.

El *Oppidum* de Sierra Boyera se ubica en el Alto Valle del Guadiato (Belmez, Córdoba), siendo un asentamiento protohistórico que presenta una horquilla cronológica que va desde el siglo IV al II a.C. Se sitúa en una meseta en el margen izquierdo del rio Guadiato, uno de los principales afluentes de la cuenca Norte, del rio Guadalquivir. Nace a escasos metros del rio Zújar, afluente en este caso del Guadiana, por lo ambos forman un corredor natural Norte-Sur entre el Valle del Guadalquivir y el Valle del Medio del Guadiana (Fig. 1).

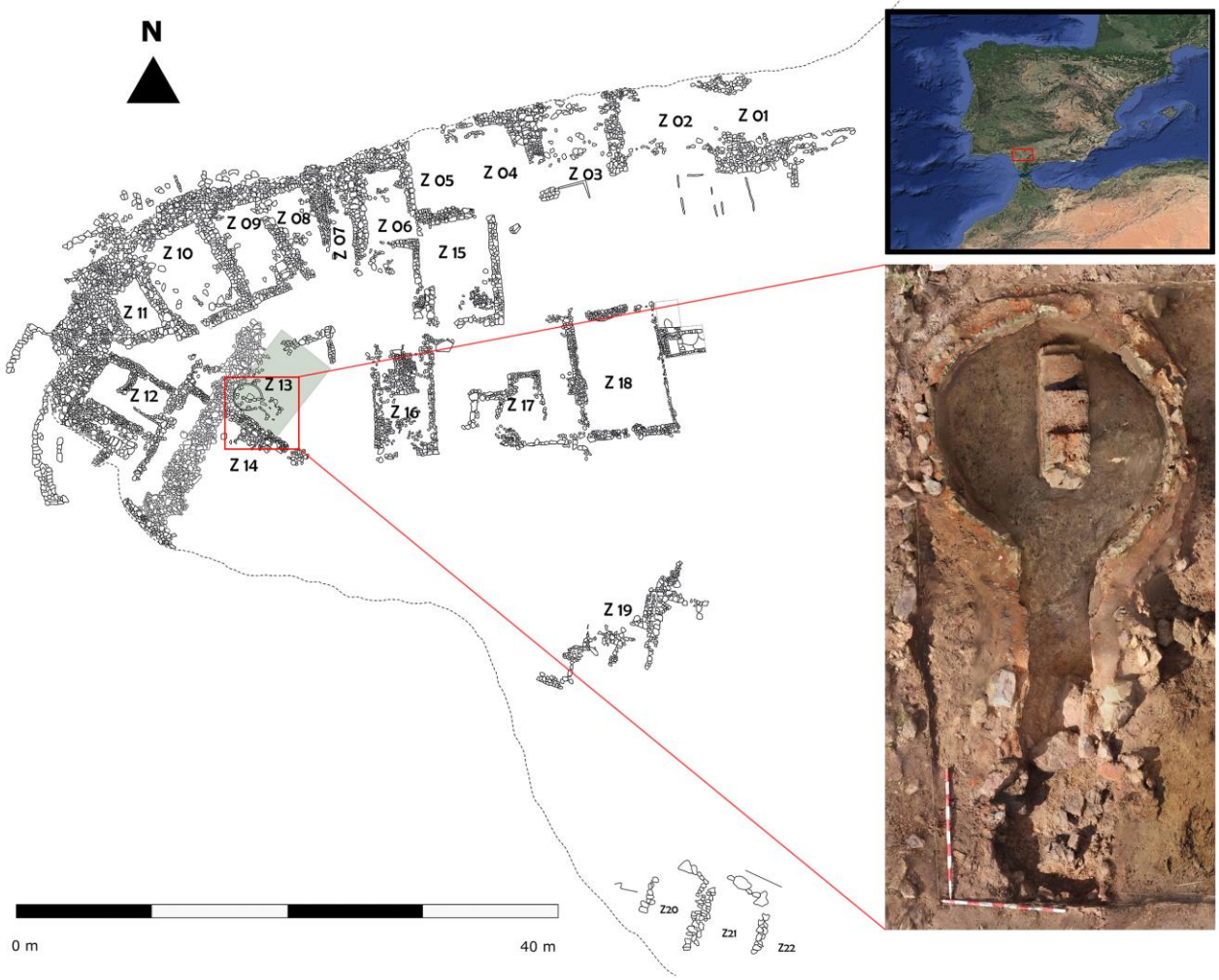



**Figura 1.** Situación del Oppidum de Sierra Boyera (Belmez, Córdoba). En verde aparece el Sondeo 2, donde se ha documentado el horno de tradición fenicio púnica que aparece en la fotografía derecha.

El yacimiento tiene una extensión en torno a 3 Ha, aunque conservamos muy poco de la morfología original, ya que en los años 70 se vio afectado por la construcción de un embalse homónimo que dividió en dos la meseta a causa de la instalación de la propia presa y caminos de servidumbre del embalse. Posteriormente, fue transformado por la construcción de diversas edificaciones subsidiarias. Los dos sectores que ha dejado esta construcción los hemos denominado Sector NO, la zona que se localiza aguas arriba de la presa y por tanto bajo la cota de afección del embalse, y Sector SE que se encuentra muy modificado por las estructuras y vías de servidumbre (Cristo-Ropero et al., 2021: 31-32).

Historiográficamente la zona del Alto Guadiato no cuenta con apenas investigación para la Protohistoria, en consecuencia, la primera intervención arqueológica que se acomete en el territorio dentro del marco de la Protohistoria será la realizada en El *Oppidum* de Sierra Boyera en diciembre de 2017. No obstante, conocíamos algunos datos sobre la importancia de la zona por los hallazgos casuales, así como por las notas de campo de un ingeniero aficionado a la arqueología, Antonio Carbonell Trillo-Figueroa, quien aportó datos sobre algunas posibles zonas de habitación que posteriormente fueron recogidas por Vaquerizo Gil (1994:110), así como algunos centros

de extracción de mineral de los que tenemos artefactos que las vinculan a esta cronología (Cristo-Ropero, et al. 2021; González-Zambrano, 2021). Por ejemplo, encontramos posibles centros habitacionales cercanos como, Cerro del Castillo (Belmez) (Ortiz Juárez et al., 1981), Sierra Palacios (Belmez) (Ortiz Juárez et allí,1983; Vaquerizo Gil et al., 1994: 110) o Masatrigo (Fuente Obejuna) (Carbonell Trillo-Figueroa, 1925: 298; Vaquerizo Gil Et al. 1974: 117; López López, Et al., 1996) y hallazgos casuales como los propios materiales del *Oppidum* que están depositados en el museo, las monedas íberas documentadas en la aldea del Entredicho (Belmez) (Carbonell Trillo-Figueroa, 1925: 298) o la mina de la Gata como centro de posible extracción de mineral (González-Zambrano, 2021). Todos estos datos nos aportan una somera idea de cómo podría ser el poblamiento de esta zona en época protohistórica.

No obstante, en ninguno de los textos aparece mencionado El *Oppidum* de Sierra Boyera. Las primeras y únicas notas se sitúan en los años 90, cuando el embalse sufrió una fuerte y prologada sequía que dejó visible algunos artefactos en el sector NO. Este sitio será recogido en una publicación de Antonio Daza Sánchez (2001:43), y un informe técnico realizado conjuntamente por el arqueólogo José Antonio Morena López y el grupo de "Ingeniería Geoambiental" de la Universidad de Córdoba perteneciente al Seminario Antonio Carbonell (EPSB), aunque este trabajo no se hizo público. En estos escritos se registró como un sitio protohistórico encuadrable entre el siglo VI y II a. C., horquilla que ser confirmó con las intervenciones posteriores (Cristo-Ropero y González-Zambrano, 2020).

En 2017 otra sequía dejó en la superficie, esta vez las estructuras y artefactos, por lo que se inicia su documentación y excavación. El sitio ha sido excavado en tres ocasiones, siendo la zona inundada (NO) la que ha tenido más resultados y más intervenciones, quedando la zona SE con poca documentación arqueológica, ya que la intervención de la que fue objeto arrojó muy pocos datos (Cristo-Ropero, 2017; Cristo-Ropero, 2019; Cristo-Ropero et al., 2021; Cristo-Ropero y González-Zambrano, 2020). Durante estas intervenciones se han documentado tres posibles momentos de ocupación del sitio. La interpretación cada una de las fases, es compleja debido al estado inicial de la investigación y las intervenciones arqueológicas, pero podemos afirmar que, en el último momento de ocupación del yacimiento, al menos la zona NO, abandonaría su función habitacional para conformar un barrio de artesanal, donde parece que se han registrado espacialmente las zonas de producción metalúrgica (González-Zambrano, 2021).

## 2. LA PRODUCCIÓN CERÁMICA

Muchos de los elementos de la producción cerámica quedan recogidos en el registro de este yacimiento, si bien, para este trabajo, vamos a estudiarlo siguiendo la *chaîne opératoire* dentro de la que pueden distribuirse cinco fases que presenta cinco zonas distintas, dentro y fuera del sitio.

La primera será la zona de captación de materias primas, en las inmediaciones del sitio existe algunas zonas de lutitas paleozoicas, las cuales han sido estudiadas por su idoneidad para la fabricación de cerámicas (Daza Sánchez, 2011). Las más cercanas son algunas canteras tradicionales de arcillas, como la zona de "La antigua estación" o "el Tejar" (Daza Sánchez, 1998: 238), sin olvidar la zona del Parque en la misma población actual o la de Cabeza de Vaca (Daza Sánchez, 2011: 67). Todos ellos están situados aguas abajo en la cuenca del rio. También existen otros afloramientos de lutitas, en este caso devónicas, pero a una distancia mucho mayor (unos 15 km) (Daza Sánchez, 2011: 67) por lo que no las recogemos como propuesta de zona de obtención de materias primas para nuestro yacimiento. La correlación entre algunas de estas zonas de arcillas y las características de las cerámicas en estudio esperemos cotejarlos en el trascurso de la investigación arqueométrica.

La siguiente zona es la que denominamos de elaboración de los productos cerámicos, es decir el taller del alfarero o alfarera. En el OPSB, aun no se han localizado el espacio que pudiéramos identificar con este proceso, pese a esto hemos identificado algunos elementos que nos pueden marcar su existencia y localización. Los elementos más detectables para la determinación de este tipo de espacios serán los tornos y las herramientas. Desgraciadamente en El *Oppidum* de Sierra Boyera, no contamos con los primeros, pero sí algunas herramientas y arcillas parcialmente cocidas. El caso de las herramientas es significativo, ya que son muy pocas las registradas para esta época, aquí contamos con dos, una sobre material lítico y otra en férrico. La primera es una pieza semicircular conformada sobre un canto rodado, que presenta una cara plana pulimentada y una horadación en el centro del arco, se documentó en superficie en la zona Noroeste del sector NW; la hemos interpretado como un alisador cerámico, por las huellas de uso en su casa plana, aunque también podría trabajar como una media luna para levantar una pieza cerámica en el torno (Fig. 2a). Este tipo de herramientas han sido poco documentadas en los yacimientos aunque contamos con algunos ejemplos en el yacimiento Las Cogotas (Cardenchosa, Ávila) donde se documentó otra herramienta lítica conformada sobre un canto rodado en forma de media luna que se interpretó como otro alisador (Padilla Fernández, 2017: 99); o en L´Avinguda d´Espanya, 3 (Eivissa) (Ibiza) donde

se han identificado una serie de herramientas sobre canto rodado interpretadas como utillaje de alfarero o alfarera (Duarte Martínez, 2016: 37, Lám. III).

La otra herramienta férrica es un troquel o matriz para estampillar, este se constató en la superficie del relleno del horno cerámico (U.E.2001) (Fig. 2b). Es un elemento de hierro con una sección hexagonal, con una largura de 6.5 cm y anchura que va desde los 3 del extremo del motivo hasta los 2.5 cm en el contrario. El motivo a estampillar es un fitomorfo radial y sexpartito que está confeccionado en un plano convexo, dicha figura no ha sido registrada en la cerámica estampillada del yacimiento, aunque no es ajena al SW peninsular correspondiendo tipo M-II (Cabanillas De La Torre, 2020: 123), o concretamente al IIB de Castellar (Ruíz Rodríguez, Nocete Calvo 1981: 361). Los troqueles rara vez se registran, ya que podrían estar confeccionados en materiales perecederos que dificultarían su conservación, aunque tenemos algunos ejemplos en cerámica, como en el caso de Cerro de las Cabezas (Valdepeñas, Ciudad Real) (Fernández Maroto et al., 2007: lám. 2a) o el de Las Cogotas (Padilla Fernández, 2019: 36, lám.22) siendo casi anecdótico la referencia a los sellos metálicos, los cuales han podido desaparecer del registro arqueológico por los procesos de refundición (Cabanillas de la Torre, 2020: 125). Es posible que este elemento fuese multifuncional, realizando estampillados en materiales como metales, madera, cuero… no obstante pensamos que sería más factible su uso prioritario en cerámica, ya que, presenta la necesaria convexidad del motivo a estampillar (Cabanillas de la Torre, 2020: 129) y demás la huella del utensilio presenta paralelos en la península. Para terminar, contamos con una pella cerámica cocida que se documentó en el relleno del horno, en su mitad Sur (U.E. 2004) (Fig.3a).

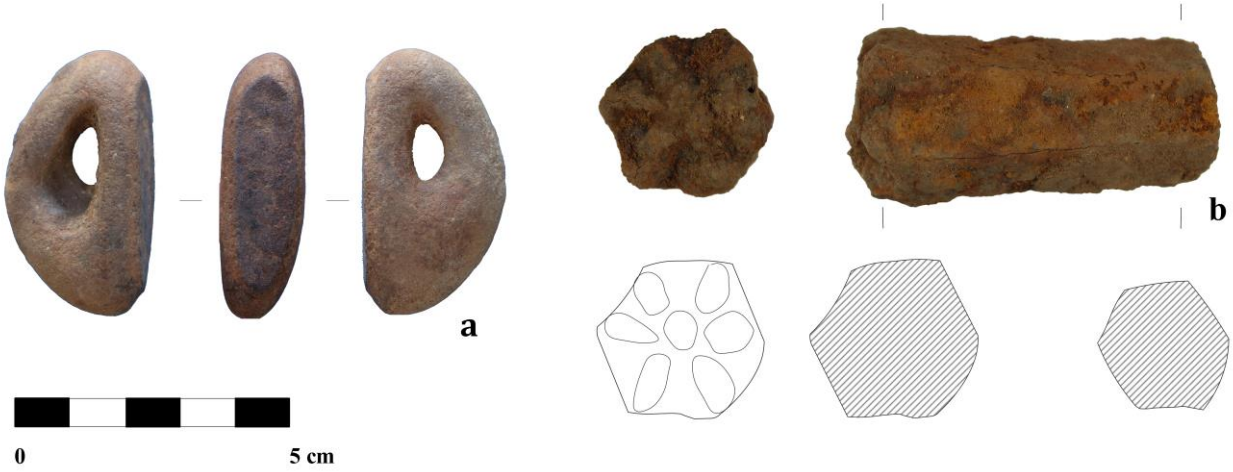



**Figura 2.** A. Útil lítico interpretado como un alisador. B. Troquel de hierro y huella de la estampilla.

La zona de secado nos es desconocida, pues, aunque tenemos un acercamiento a la planimetría del sitio, este no ha sido excavado en extensión por lo que muchos de los muros quedan inconexos, sin haber podido delimitar aún una zona amplia para su secado y almacenaje.

Uno de los hallazgos más significativos del OPSB se trataría de la documentación de la zona de cocción, durante la intención del 2020 dirigida por Pablo González Zambrano. En el sondeo 2 (Sector NW), se excavó una estructura fornacea correspondiente a un horno bicameral de tradición fenicio-púnica. Es una estructura semisoterrada de considerables dimensiones, que conserva un corredor con una anchura de unos 50 cm y una longitud de 160cm con un claro buzamiento hacia la cámara, siendo esta de planta circular con 2 metros de diámetro que presenta un pilar central con una anchura de 45 cm y una profundidad de 1 metro. Este pilar central está realizado con sucesivas hiladas de adobes de 35x35 cm de lado y 10 cm de alto (Fig. 1). Las paredes de la cámara de combustión aparecen moduladas por placas rectangulares de adobe. De todo el conjunto se ha conservado una altura de unos 105 cm, dejándonos ver todos los elementos, incluido lo que se ha interpretado como el arranque de la cúpula del laboratorio. Esta estructura se puede englobar en la tipología I/a de Coumo di Caprio (2007: 524) o la 6B de Broncano y Coll (1988). Sin embargo, lo más significativo del conjunto fue la constatación de parte de la última hornada cerámica en la mitad Norte de la cámara de combustión. Se documentó la parrilla caída, fracturada y muy vitrificada y sobre ella un ánfora íbera del siglo IV a III a.C completa, pero muy deformada. Este recipiente cerámico se situaba ocupando toda la mitad Norte con un fuerte buzamiento hacia la entrada, por lo que parece que la parrilla debió ceder cuando la pieza se encontraba en estado cuero provocando una fuerte deformidad en el tercio superior, al chocar con el suelo de la cámara. Cabe destacar, que en esta zona sólo se registró esta pieza junto a una cuña de arcilla que podría usarse para asegurar la pieza en el horno, a modo de prisma (Fig. 3b) y algunos fragmentos cerámicos inconexos, muy vitrificados. Esto se ha interpretado como el reflejo

de la propia posición del ánfora en horizontal asegurada con el prisma que, al caer y vitrificar la parrilla y el propio contenedor, se le unieron los restos de diversas hornadas que estaban depositados en el fondo de la cámara de combustión, como se evidenció en la mitad sur. En el fondo del horno se documentaron reparaciones mediante "parches" de fragmentos cerámicos y escorias cerámicas amalgamados con arcilla, lo que nos muestra el uso habitual de esta estructura.

La última zona con la que se concluiría el proceso de producción es una zona de testares, la cual no se ha podido determinar hasta el momento, por las mismas razones que la segunda.

**Figura 3.** A. Restos de arcilla parcialmente cocida. B. cuña o prisma encontrado en el horno junto al ánfora.

### *2.1. Los materiales cerámicos*

En El *Oppidum* de Sierra Boyera, encontramos una gran cantidad de elementos cerámicos, algunos de ellos fragmentados, los más superficiales, pero otros completos, ya que en una de sus fases el yacimiento sufrió un abandono repentino, dejando grandes conjuntos cerámicos sin apenas alteraciones.

El conjunto de artefactos cerámicos presenta unas características muy concretas tanto de ejecución como en la cocción. Si bien no podemos aseverar que todas las cerámicas que están presentes en el yacimiento pertenezcan a la producción del sitio y mucho menos al horno anteriormente comentado, si vemos en muchas piezas huellas gestuales, que pueden vincularse a la producción local, por ejemplo, los fallos de ejecución, las marcas de barbotina, los fallos de cocción…

Antes de comenzar con los distritos parámetros nos gustaría señalar, que existe un problema de conservación de las pastas cerámicas, así el 72.9% tiene el tratamiento final de la pasta perdido, debido a la erosión de las arcillas expansivas en las que se encaja el yacimiento y por los cambios de presión, humedad y temperatura a la que se ve expuesta toda la estratigrafía del sector NW, por las continuas subidas y bajadas del embalse.

En la ejecución se han distinguido distintos parámetros a nivel macrovisual, como son los tipos de modelado, los acabados de las piezas y las reparaciones. En lo que respecta al tipo de modelado, sólo se ha podido determinar en un 27,12 % de las piezas, debido a la pérdida de las superficies por las afecciones posdeposicionales. De este porcentaje la gran mayoría se realizan a mano, un 24,47 %, entre las que contamos con un 0,97% de fabricación en cinta y un 11,69 % conformado por rollos de columbí. La siguiente técnica que se documenta es la mixta, es decir se pasa de una preforma a base de rollos de columbí, tras lo que se producirá un alisado de las caras apreciándose las marcas de torneta o torno lento en las superficies. Por último, solo un 1,11% de los elementos están realizados solo a torno.

La configuración a mano presenta un grosor de unos 0,82 cm de pasta, frente al 0,66 cm de las producciones a torno (la media es 0,68 cm de todo el conjunto), lo que nos muestra la configuración de grandes contenedores mediante la primera técnica (Fig. 4).

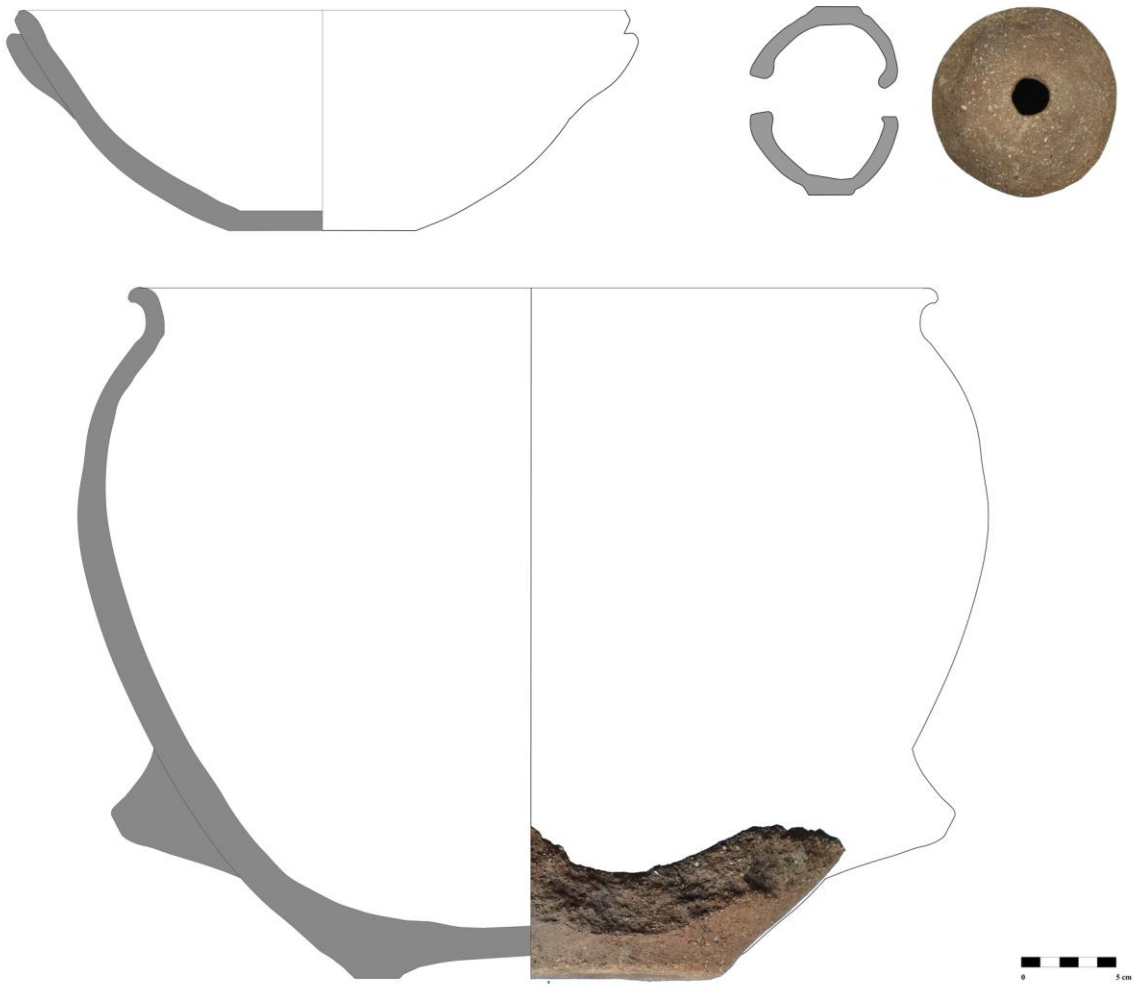


**Figura 4.** Formas de cerámica grosera, con dos ejemplos de asas lenticulares

Las terminaciones de las piezas mantienen, como es obvio los mismos problemas de conservación anteriormente expuestos, no obstante, se han identificado cuatro tipos decorativos el pintado, el inciso, el estampillado y cordones. El más usual es el inciso con 1.8% de cerámicas, en los que todos presentan motivos lineales; el segundo con un 1.4% es el pintado donde la gran mayoría de ellas son monocromas en tonos rojizos. Esta diferenciación puede derivarse de la acción erosiva del pantano, ya que hemos podido comprobar que la técnica aditiva, es la que presenta más problemas de conservación. Por último, contamos con dos cerámicas esgrafiadas (Fig. 5 a,b) y una estampillada con un friso de palmetas de gran tamaño, tras lo que aparece un gran cordón aplicado.

Para terminar los gestos en la ejecución vamos a recoger el caso de las "lañas" en el yacimiento, ya que, aunque estas, por definición, se realizan sobre las piezas ya cocidas para reparar las formas, en este yacimiento, contamos con horadaciones realizadas sobre piezas en estado cuero, dejando las rebabas por la ejecución de la oquedad (Fig. 5c) y otras de menor tamaño que se encuentran en una zona de la pieza que no presenta ninguna rotura, por lo que la función de reparación queda inhabilitada (Fig. 5d). Son escasos los ejemplos, pero en las próximas intervenciones esperamos poder precisar más sobre estos elementos.

Dejando a un lado la ejecución de la pieza en sí, vamos a pasar a ver las características generales del conjunto en lo que respecta a la cocción. Esta es, mayoritariamente, oxidante con casi la mitad de los materiales (46%) seguida del nervio de cocción de núcleo gris (en su gran mayoría) con un 25 %. También están presente la cocción alternante y la reductora, siendo esta última muy exigua. De esta distribución porcentual se deriva que el 70% de las cerámicas documentadas presente una tonalidad naranja exterior, seguidas de las tonalidades marrones, que

suelen corresponderse a la cerámica grosera, con un porcentaje de 14%, la gris (6.31%) y las negras (3.89 %) que son algo realmente anecdótico (Fig. 6).

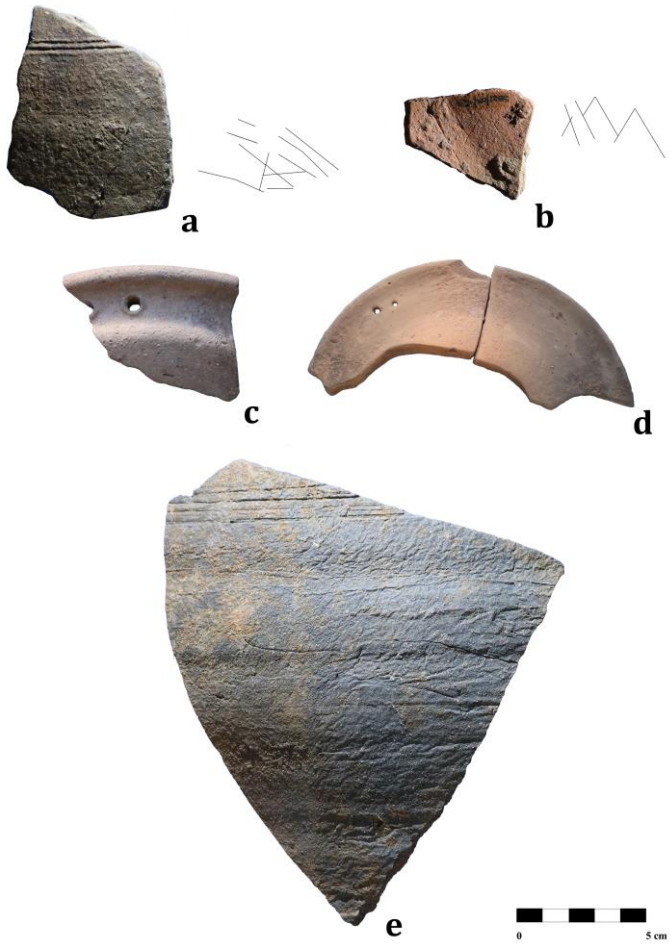



**Figura 5.** A y b, Calco de los dos ejemplos de cerámicas esgrafiadas. C y d, dos de lañas del Oppidum de Sierra Boyera, C, las realizadas en estado cuero y D las realizadas con la pasta cocida pero que no presentan rotura. E, Ejemplo de las superficies cerámicas de los fallos de cocción.

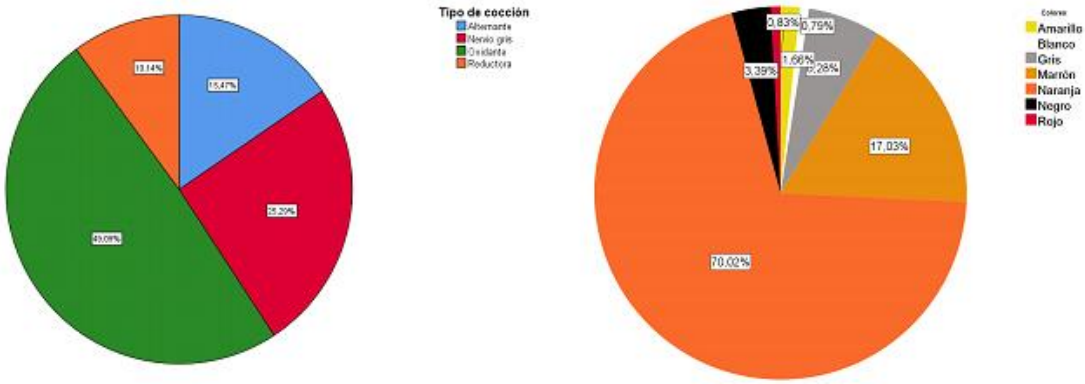



**Figura 6.** Gráficos de los tipos de cocciones y los distintos colores de la pasta.

En el yacimiento se han recuperado un porcentaje considerable de fallos de cocción (5,46%) con una media de grosor de las cerámicas de 0,84 cm, en la distribución espacial de los mismos debemos decir que el 37.8% corresponde al sondeo donde de documentó el horno (Fig. 5e). Si eliminamos las piezas que se documentaron en estratigrafía en las excavaciones, estudiando solo los que se han registrado en la superficie, vemos una clara tendencia a agruparse en las inmediaciones del Sondeo 2, es decir, en el extremo Suroeste del yacimiento, lejos de la zona en la que se han documentado la herramienta lítica de taller (sondeo 3).

Formalmente, las cerámicas muestran la vinculación de este territorio con la zona extremeña, repitiéndose formas como las asas lenticulares (Fig. 4) de las que tenemos ejemplos en la zona extremeña con el Chaparral (Sanabria Murillo, 2008; Méndez Ávila y Ortega Blanco, 2008), en La Mata o en Cancho Roano (Almagro Gorbea, 1977; Rodríguez Díaz, Ortiz Romero, 2004; Celestino Pérez y Jiménez Ávila, 1993) o las asas diametrales (Fig. 7) como las que aparecen en El Chaparral (Aljucén, Badajoz) (Sanabria Murillo, 2008), en Cancho Roano (Zalamea, Badajoz) (Celestino Pérez et alii, 1996), en Los Caños (Zafra, Badajoz) (Rodríguez Díaz et alii, 2006) o en La Mata (Rodríguez Díaz Y Ortiz Romero, 1998: 216-218), que aunque también hay algunos ejemplos de ambas en el valle del Guadalquivir son minoritarios.

**Figura 7.** Formas cerámicas de pasta con cocción oxidante o nervio de cocción, en las que se puede apreciar el asa diametral

## 3. CONCLUSIONES

Parece claro que en El *Oppidum* de Sierra Boyera hay una parte de su espacio destinada a la producción cerámica, tras el análisis de los restos, así como de las herramientas parece coherente hipotetizar sobre la existencia de un taller de alfarero o alfarera dentro del sitio.

Este taller y el horno asociado, que podría ser el documentado u otro que aún no hemos podido registrar, parece que estar destinados, principalmente, a los amplios contenedores, como podemos ver en el ánfora excavada dentro del horno, o en el grosor medio de las pastas cerámicas que presentan los fallos de cocción, si bien no podemos descartar el uso para otros elementos vasculares. Estos amplios contenedores, la mayoría están preformados mediante rollos de columbí y en menor medida en cinta que más tarde se regularizan alisando sus paredes. Es posible que esta producción cerámica pudiera estar relacionada con el molino rotatorio de grandes dimensiones que se localizó en el sondeo 1 (Cristo-Ropero *et al,* 2021) que con una función claramente excedentaria necesitaría recipientes tanto para el almacenaje como para una hipotética repartición.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores anónimos sus comentarios constructivos a Pablo González Zambrano por el acceso a los materiales y sus anotaciones, a Alberto Dorado Alejos, Andrés Mª Adroher Auroux y Pascual Perdiguero Asensi por sus aportaciones al trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Broncano, S. y Coll, J. (1988): Horno de cerámica ibérico de la Casa Grande, Alcalá del Júcar (Albacete). *Noticiario Arqueológico Hispánico* 30: 187-228.

Cabanillas De La Torre, G. (2020): La decoración cerámica como rasgo tecnológico: el caso del estampillado en la Edad del Hierro europea y peninsular. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 30: 117-145 http://dx.doi.org/10.30827/cpag.v30i0.15578

Carbonell Trillo-Figueroa, A. (1925): Valores prehistóricos de la cuenca alta del Guadiato. *Real Academia de Córdoba, de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes. Boletín de la Real Academia de Córdoba* 13: 291-300.

Cristo Ropero, A. y González-Zambrano, P. (2020): Estructuras de combustión del *Oppidum* de Sierra Boyera (Belmez, Córdoba). En Córdoba Toro, J. y González Zambrano, P. (Cord.): *Pensando Andalucía. Una mirada transdisciplinar II*: 37-60. Albacete. UNO EDITORIAL.

Cristo Ropero, A., González Zambrano, P., Pérez L'hullier, D., Martin López, P., Sánchez Castillo, J., Navero Roasales, M., Caparros Nieto, D., De La Torre Lorenzo, A., Conejo Moreno, J.A., Hidalgo Mateo, A.J., Roldán Vázquez, R., López López, V., Bermúdez Cano, R., Cot Delgado, R., Roldán Díaz, A., Hernández Casas, Y., Rebollo Girón, J., Cano Fernández, A., Adroher Auroux, A.M., Aguayo De Hoyos, P.J. y Murillo Barroso, M. (2021): El *Oppidum* de Sierra Boyera (Belmez) en contexto. Nuevas aportaciones a la Protohistoria del Norte de Córdoba a la luz de la intervención de 2020. *Antiqvitas*, 33: 29-39.

Cristo-Ropero, A. (2017): Excavación de urgencia del Oppidum de Sierra Boyera, Belmez (Córdoba). *Anuario de Arqueológico de Andalucía*. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. http://hdl.handle.net/20.500.11947/13231

Cristo-Ropero, A. (2019): Dos ejemplos de Arte Mueble del *Oppidum* de Sierra Boyera (Belmez, Córdoba). En García Atienzar, G. y Barciela González, V (Eds.): *Actas de Sociedades prehistóricas y manifestaciones artísticas: Imágenes, nuevas propuestas e interpretacione*s: 193-197. Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio Histórico.

Cuomo Di Caprio, N. (1971-1972): Proposta di classificazione delle fornaci per ceramica e laterici nell'area italiana. Dalla Preistoria a tutta l'epoca romana, *Sibrium*, 11: 371-461.

Daza Sánchez, A. (2001): El patrimonio geológico y minero del valle del Guadiato (Córdoba). *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 141: 333-339.

Daza Sánchez, A. (2011): *Aplicaciones industriales de los terrenos arcillosos de la provincia de Córdoba.* Tesis doctoral, Universidad de Córdoba

Duarte Martínez, F. (2016): L´Avinguda d´Espanya, 3 (Eivissa) Un Taller Punic de producció ceràmica. SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia Extra-18. Universidad de Valencia.

Fernández Maroto, D. (2007): La cerámica estampillada ibérica del tipo figurativo del cerro de Las Cabeza (Valdepeñas). En Abad Casal, L. y Soler Díaz, J.A. (Eds): *Actas del Congreso de Arte Ibérico en la España Mediterránea (*Alicante, 24-27 de octubre de 2005): 211-228. Instituto Alicantino Juan Gil-Albert, Alicante.

González Zambrano, P. (2021): Estudio metodológico sobre registro de escorias arqueológicas en campo y laboratorio. Un caso de estudio: el *Oppidum* de Sierra Boyera. *@rqueología y Territorio* 18: 19-31. https://doi.org/10.5281/zenodo.6226330

López López, I. M.ª., Morena López, J. A. y Cabrera Ruiz, P. A. (1996): Nuevos testimonios arqueológicos de la ciudad de Mellaria (Fuente Obejuna, Córdoba), *Anales de arqueología cordobesa* 7: 265-282.

Ortiz Juárez, D., Bernier Luque, J., Nieto Cumplido, M. y Lara Arrebola, F. (1981): *Catálogo Monumental y Artístico de la Provincia de Córdoba*, Vol I, Diputación de Córdoba.

Ortiz Juárez, D.; Bernier Luque, J., Nieto Cumplido, M y Lara Arrebola, F. (1983): *Catálogo Monumental y Artístico de la Provincia de Córdoba.* Vol II. Diputación de Córdoba.

Padilla Fernández, J.J. (2017): El Artesanado Alfarero en Iberia a Finales de la Edad del Hierro y el inicio de la conquista romana: Calidad vs. Cantidad. *Zephyrus:* 93-112. https://doi.org/10.14201/zephyrus20178093112

Padilla Fernández, J.J. (2019): *Identidades, cultura y materialidad cerámica: Las Cogotas y la Edad del Hierro en el Occidente de Iberia*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

Ruíz Rodríguez, A. y Nocete Calvo F. (1981): Un modelo sincrónico para el análisis de la producción de cerámica ibérica estampillada del Alto Guadalquivir, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 6: 355-383. https://doi.org/10.30827/cpag.v6i0.1191

Vaquerizo Gil, D., Murillo Redondo, J. F., Carrillo, J. R., Moreno, M. F., Leon Muñoz, A. y Luna, Mª. D Y Zamorano Arenas, A. M. (1994): *El Valle Alto del Guadiato (Fuente Obejuna, Córdoba) (Vol. 3), Seminario de Arqueología*, Córdoba: Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.

# ANÁLISIS COLORIMÉTRICO APLICADO A LA CERÁMICA DE LOS YACIMIENTOS CALCOLÍTICOS: EL CORTIJO DE MONTIEL BAJO (SANTO TOMÉ DE LA VEGA, JAÉN) Y EL CERRO DE LA VIRGEN (ORCE, GRANADA)

**Paula Pinillos de la Granja***

**RESUMEN**

En este trabajo se analizan los resultados obtenidos a partir del estudio macroscópico y colorimétrico sobre dos conjuntos cerámicos procedentes de las campañas de excavación arqueológicas realizadas en los yacimientos El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) y El Cerro de la Virgen (Orce, Granada). De modo que el presente estudio tiene como objetivo principal cuantificar la variabilidad cromática de las producciones alfareras procedentes de contextos del Calcolítico Reciente en Andalucía Oriental. Por tanto, se tratará de ampliar los datos de los análisis de caracterización del color realizados anteriormente sobre conjuntos cerámicos, pero centrados principalmente en fases del Bronce Tardío, Bronce Final del Sudeste y el Hierro Antiguo (Dorado, 2019). En este sentido, los resultados obtenidos a partir del análisis colorimétrico han permitido identificar en ambos conjuntos cerámicos calcolíticos, un predominio de cocciones de tipo reductor que se vinculan en mayor porcentaje a las formas de cuencos, así como una tendencia común en las medias de los valores obtenidos según los espectros colorimétricos L*a*b*C*h y los grupos colorimétricos I, II y III. Asimismo, destaca cómo en el repertorio del Cortijo de Montiel Bajo las únicas vasijas que presentan motivos soliformes se distancian del resto de ejemplares decorados insertos en el grupo II, mientras que en el caso del Cerro de la Virgen, el grupo colorimétrico III se halla integrado exclusivamente por cerámicas que no presentan decoración estilo campaniforme. Finalmente, el estudio demuestra la utilidad de esta técnica para realizar una caracterización tecnológica de los repertorios cerámicos especialmente sobre el análisis de los procesos de coccción, no obstante, en combinación con otras técnicas arqueométricas también puede resultar útil para profundizar sobre el uso de materias primas en la adquisición de cromatismos específicos en las cerámicas.

***Palabras clave: Cerámica, Campaniforme, Colorimetría, Sureste Península Ibérica; Edad del Cobre***

**ABSTRACT**

This paper presents the findings gleaned from a series of macroscopic and colourimetric analyses of a pottery assemblage of the settlements of El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén, Spain) and El Cerro de la Virgen (Orce, Granada). The analyses aim at identifying the chromatic variability of the Recent Chalcolithic vessels of Eastern Andalusia. Thus, an attempt will be made to extend the data from previous colour characterisation analyses carried out on ceramic assemblages, but mainly focused on Late Bronze Age, South-Eastern Late Bronze Age and Early Iron Age phases (Dorado, 2019). The results of the colourimetric analysis have allowed us to identify a predominance of reductive firings in the ceramic assemblages, as well as similar parameters in the averages of the values of the colourimetric spectra L*a*b*C*h and the colourimetric groups I, II and III. At the same time, it is noteworthy that in the pottery from El Cortijo de Montiel Bajo the only vessels with 'sun-shaped' motifs are different from the rest of the decorated vessels in colour group II, while in El Cerro de la Virgen colour group III includes only undecorated pottery. Finally, the study demonstrates the usefulness of this technique to carry out a technological characterisation of the ceramic repertoires, especially on the analysis of the firing processes. In combination with other archaeometric techniques, it can also be useful to study in depth the use of raw materials in the acquisition of specific chromatisms of certain ceramics.

***KEYWORDS: Pottery, Bell Beaker, Colourimetric Analyses, Iberian Southeast, Copper Age***

* Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Granada. Email: pinillosdlg@ugr.es, https://orcid.org/0000-0001-5087-8063

## 1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la técnica de colorimetría sobre producciones cerámicas de la Prehistoria Reciente en el ámbito peninsular todavía resulta escasa, sin embargo, destacan los análisis de caracterización del color realizados sobre conjuntos de fases posteriores vinculadas al Bronce Tardío, Bronce Final del Sudeste y el Hierro Antiguo (Dorado, 2019). Así pues, el presente trabajo tiene como finalidad contribuir al avance de los análisis colorimétricos aplicados sobre producciones alfareras adscritas al Calcolítico Reciente en el área de Andalucía Oriental. Ello nos ofrecerá la posibilidad de profundizar en torno a la secuencia de producción cerámica, así como en la dimensión social en la que se insertan aspectos ideológico-simbólicos que subyacen en las pautas de manufactura. Hemos de considerar que las estrategias cromáticas conllevan la toma de decisiones respecto a la coloración artificial de los materiales, siendo el resultado de un proceso cultural que origina nuevos objetos como respuesta a los deseos y las necesidades de las personas (Varichon, 2017). En relación con el ámbito alfarero, encontramos interesantes ejemplos con las producciones argáricas del sudeste peninsular. Es el caso del yacimiento Cuesta del Negro (Purullena, Granada), donde las vasijas exclusivas de contextos funerarios asociadas a las sepulturas más ricas adquieren tonalidades grises oscuras, negras. Una característica que contrasta con las pastas rojizas de los vasos típicos de poblado y los vasos funerarios que se localizan en tumbas menos ricas (Contreras et al., 1987-88).

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

Para la elaboración de este trabajo se han seleccionado las piezas cerámicas procedentes de los yacimientos calcolíticos ubicados en El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) y El Cerro de la Virgen (Orce, Granada) (fig. 1a), cuyas campañas de excavación se desarrollaron en el primer caso entre los años 2012-2013 (Pérez et al., en prensa) y, en el segundo, durante el año 1986 en el marco del "Proyecto Millares" (Molina et al., 2014; 2017).

### *2.1. El Cerro de la Virgen*

El yacimiento de Cerro de la Virgen se localiza en un espolón amesetado a unos 3 km del municipio de Orce (Granada, España) (Coordenadas UTM: 39.42320-2.35240). Está situado a 919 m.s.n.m., en la margen izquierda del rio Orce y delimitado por dos barrancos que cubren el acceso a sus flancos occidental y oriental (fig. 1c). Se ha seleccionado este conjunto cerámico porque procede de un yacimiento que adquiere gran interés arqueológico, considerándose como un asentamiento central en el altiplano granadino y, además, es uno de los pocos yacimientos que reflejan la transición entre las fases del Cobre y Bronce. Los resultados obtenidos desde las primeras intervenciones arqueológicas dirigidas por W. Schüle, evidencian que el poblado tuvo una ocupación continua desde época Precampaniforme (antes del 2500 cal. A.C), hasta el periodo argárico (1900-1550 cal. A.C) (Molina et al., 2017; Cámara et al., 2018). Posteriormente, se sucede un hiato hasta la época romana bizantina, ocupándose desde entonces como asentamiento hasta el periodo andalusí del siglo VIII d. C. Actualmente se localiza en su zona más alta una era, un cortijo y una antigua ermita abandonados y en ruina, junto a una pequeña ermita ubicada hacia el norte que continúa en uso (Schüle, 1980).

### *2.2. El Cortijo de Montiel Bajo*

Por otro lado, el enclave arqueológico del Cortijo de Montiel Bajo pertenece al término municipal de Santo Tomé, se integra en la comarca Sierra de Cazorla en el sector SO de la provincia de Jaén. El territorio del yacimiento se encuentra limitado hacia el S. por el Cerro de Albahacas de 674 m y siguiendo el cauce del rio De la Vega se localizan las estribaciones de la Sierra de Cazorla. Hacia el NE, discurre el Guadalquivir encajonándose cada vez más, hasta entrar en la Sierra de Cazorla y hacia el SO se abre, formando amplias vegas, descendiendo con acusados meandros, hasta el Puente de la Cerrada, desde donde continúa bordeando la Loma de Úbeda (Sánchez, 1984; Milla, 2017). Cabe señalar que este yacimiento no ha sido estudiado de forma sistemática. En el año 1983 con motivo de las obras realizadas para la reforma de la carretera que une Santo Tomé-El Molar, aparecieron diversos restos arqueológicos y, tras la inspección por parte de D. Arturo Ruiz Rodríguez, se desarrollaron una serie de catas de urgencia que permitieron constatar su importancia. Posteriormente, durante los años 2012-2013 se llevó a cabo una intervención arqueológica de urgencia, en esta ocasión con motivo de la construcción de una canalización destinada al regadío de las zonas ribereñas del río De la Vega. A partir de esta última intervención se realizó una memoria preliminar, lo que nos ha permitido conocer la existencia de varias estructuras de planta circular en cuyo interior se ubicaba cerámica, así como materiales de elaboración textil y elementos metálicos (fig. 1b) (Pérez et al., en prensa).

**Fig. 1.** a) Localización de los yacimientos en el sureste de la Península Ibérica; b) Planta de cabaña circular del yacimiento El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) (Pérez et al., en prensa); c) Perspectiva aérea del Cerro de la Virgen (Orce, Granada) (GEPRAN/Paisaje Españoles).

## 3. OBJETIVOS, MUESTRA CERÁMICA Y MÉTODOLOGÍA

### *3.1. Objetivos*

El propósito de este trabajo se centra en realizar un estudio colorimétrico de los materiales cerámicos calcolíticos de los yacimientos El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) y El Cerro de la Virgen (Orce, Granada). Ello nos va a permitir, en primer lugar, cuantificar la variabilidad cromática de las producciones alfareras procedentes de contextos cronoculturales y geográficos coetáneos. En segundo lugar, podremos establecer una relación entre los aspectos formales y las decisiones técnicas adoptadas en la expresión visual del color, prestando especial atención a la cerámica con decoración campaniforme. Y, en última instancia, estaremos en disposición de realizar una aproximación a la interpretación social del color con el objeto de analizar si la elección de determinados cromatismos puede ser reflejo de técnicas de producción concretas de una identidad cultural y, por tanto, de una tradición tecnológica (Dorado, 2019; Sepúlveda, 2021).

### *3.2. Descripción de la muestra cerámica*

El estudio morfométrico realizado sobre un conjunto de 92 piezas procedentes del Cerro de la Virgen permitió distinguir un total de 27 tipos cerámicos. Así pues, los primeros horizontes del Precampaniforme y Campaniforme evidencian una clara implantación de los tipos calcolíticos más característicos como son los platos y fuentes de borde biselado. Será durante la fase II.4, correspondiente a los últimos momentos del Campaniforme Final (2250-2150 a.C.), cuando se constata un progresivo aumento de las vasijas correspondientes a grandes recipientes de almacenaje, vasos carenados, cazuelas, ollas (tabla 1) (Pinillos, 2019). En el caso del yacimiento del Cortijo de Montiel Bajo pese a que la muestra del repertorio cerámico no es muy amplia, se han podido identificar los principales tipos cerámicos característicos del Cobre Reciente, entre los cuales se hallan: vasos, cuencos de casquete esférico y semiesférico, un elevado porcentaje de fuentes con borde biselado, con formas carenadas, fuentes grandes con formas simples, así como cazuelas y ollas de paredes rectas, formas ovoides y globulares (tabla 2).

### *3.3. Metodología*

Para el desarrollo del presente estudio, en primer lugar, se realizó una descripción tipológica de los repertorios cerámicos. A continuación, se llevó a cabo un análisis macroscópico de las muestras, lo cual requirió la observación directa de los fragmentos cerámicos mediante la utilización de una lupa estereoscópica Leica Zoom 2000 con un aumento de 10'5 X. En segundo lugar, se procedió a la molturación de las muestras de sedimentos y de las vasijas cerámicas, para lo cual se utilizó un mortero de ágata hasta tener una granulometría inferior a (≈10 μm) con el fin de obtener una media de los valores cromáticos. Posteriormente se utilizó una lupa estereoscópica Leica M80 con cámara EZ-350 350 conectada a PC y la aplicación del sistema de adquisición de datos LAS INTERACTIVE MEASUREMENT MODULE V.4 de Leica. Asimismo, se aplicó una serie de parámetros específicos –exposición, ganancia, gamma, saturación, sombreado, calidad captación fotográfica-, permitiendo documentar gráficamente mediante la toma de microfotografías los cromatismos del polvo de las muestras (fig. 2) (Dorado, 2019).

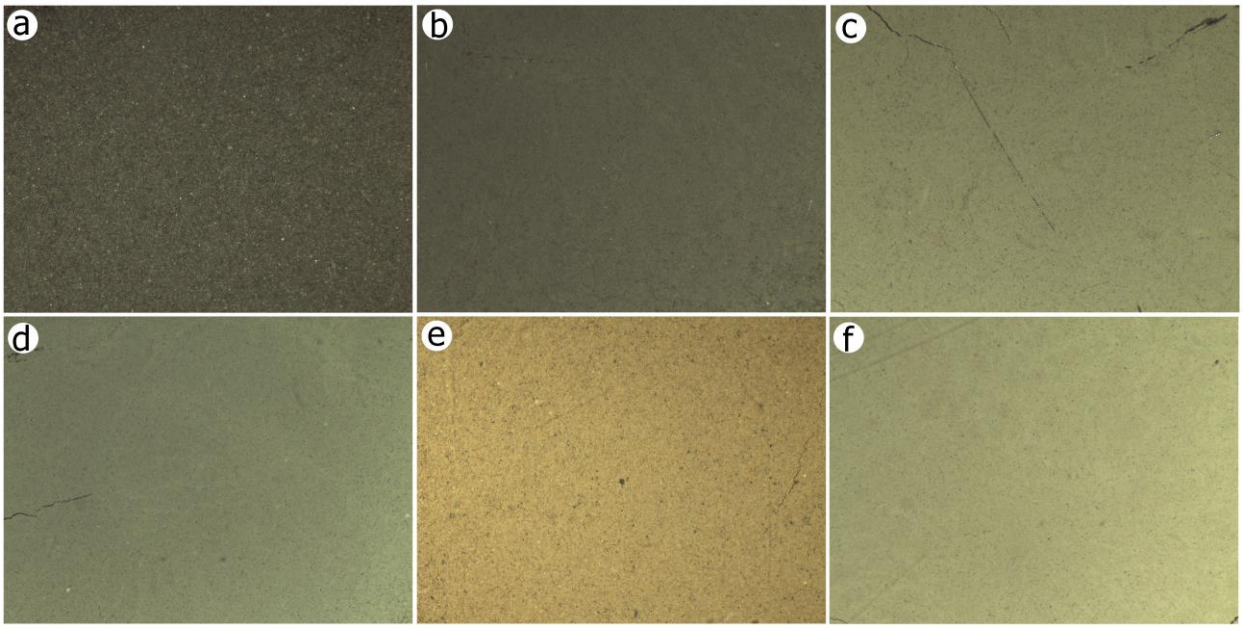



**Fig. 2.** Microfotografías del polvo de las muestras cerámicas de cocciones: a-b) reductoras V-442, SV-19; c-d) mixtas V-0009, SV-9; e-f) oxidantes V-424, SV-19.

La siguiente fase estudio consistió en la caracterización de los colores de las muestras desde una perspectiva objetiva. Para ello se recurrió a la colorimetría, un método que permite determinar, medir y expresar cuantitativamente los tres colores primarios. De esta manera, los colores se definen a partir del sistema de color CIELab y los valores triestimulo de un objeto. Este sistema parte de la teoría de colores opuestos, de manera que L* se corresponde con la variable luminosidad con valores comprendidos entre 100 (negro) y +100 (blanco), a* y b* son las coordenadas de cromaticidad, variando a* de -60 (verde) y b* de –60 (azul) a +60 (amarillo). Por otro lado, el sistema CIELCH emplea el mismo diagrama de medidas de color, pero con coordenadas cilíndricas, en

vez de cartesianas donde L* constituye la variable luminosidad, C* es el color y Hº es el ángulo del matiz (Cultrone et al., 2005). Así pues, partiendo de este sistema, para la cuantificación de los cromatismos de las muestras de polvo cerámicas, utilizamos un colorímetro PCE CSM 2 con un sensor de fotodiodo de silicio, geometría de captura de 8/d, fuente LED con excitación de luz azul y una gama de colores CIE L*a*b*C*h con un error de ≤0,80 ΔE*ab (Dorado, 2019). Finalmente, una vez obtenidas las medidas cromáticas se realizó un estudio estadístico mediante un Análisis de Componentes Principales (Aitchison, 1983) y una comparación de las medias, dando como resultado un diagrama de dispersión que permitió observar la distribución, los valores medios de los diferentes espectros color de las muestras cerámicas, así como sus relaciones con los aspectos tecnotipológicos.

## 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### *4.1. Análisis macroscópico*

Con el fin de profundizar sobre los procesos tecnológicos inicialmente recurrimos observación de las muestras cerámicas a partir de un análisis mediante estereoscopía. De este modo, se procedió a la elaboración de diversos grupos tecnológicos a partir de diferentes parámetros (Gámiz *et al.* 2013).

Ello nos ha permitido distinguir para el repertorio cerámico del Cerro de la Virgen un total de tres grupos tecnológicos con sus respectivos subgrupos. El primero se halla integrado por la mayor proporción de muestras cerámicas. Incluye un total de 22 vasijas de cocción reductora y oxidante, compuestas por desgrasantes que poseen una elevada esfericidad y aristas redondeadas o subredondeadas. Los desgrasantes identificados son cuarzos, carbonatos cálcicos, micas finas, pápulas de arcilla (que responden a una pobre preparación de las materias primas) y materia vegetal (fig. 3a). En lo que respecta a la cantidad de desgrasante existen variaciones internas, de forma que se ha considerado necesario el establecimiento de los siguientes subgrupos: 1.A que se identifica porque el porcentaje de desgrasante no supera el 5%; 1.B que se constituye como el subgrupo más amplio y presenta un porcentaje de desgrasante mayor oscilando entre un 10-25%. En relación con el segundo grupo, este se halla constituido por 5 contenedores y presenta una proporción de desgrasante baja, en torno al 5-10% (fig. 3b). Destaca por la presencia de elementos fósiles en las matrices (oolitos, lamelibranquios) se identifican también cuarzo, mica, y pequeñas cantidades de carbonato cálcico. La matriz presenta pápulas de arcilla de tonos oscuros (casi negros), los desgrasantes tienden a ser finos o muy finos, y se caracterizan por una elevada esfericidad, con aristas generalmente subredondeadas. En lo que se refiere a las matrices suelen tener una compacidad media, alta, dominando en las mismas los núcleos con negros, grises de tonos medios y pequeñas bandas en la parte exterior de la matriz más claras. Por último, el tercer grupo tecnológico incluye vasijas de cocción reductora y oxidante, se identifica por la presencia de desgrasantes tales como cuarzo, mica, esquisto, carbonato cálcico e improntas desgrasante vegetal, siendo en su mayoría muy finos, finos y con una elevada esfericidad (fig. 3c). Respecto a la cantidad de desgrasante, al igual que en el grupo 1, existen variaciones internas, por lo que se han determinado los siguientes subgrupos: 3.A cuya proporción de desgrasante resulta escasa, en torno a un 5-10%; 3.B que presenta cantidades de desgrasante en torno al +30%, destacando como en el caso anterior, la presencia de esquisto en las matrices, pero en mayor proporción.

En el caso del yacimiento situado en el Cortijo de Montiel Bajo (Jaén), el análisis macroscópico de las matrices cerámicas que constituyen la muestra, ha permitido establecer un primer grupo que constituye la mayor proporción del repertorio cerámico. Este se caracteriza porque incluye principalmente vasijas de cocción reductora y oxidante compuestas por desgrasantes que poseen una elevada esfericidad y aristas redondeadas o subredondeadas (fig. 3d). Los desgrasantes identificados son cuarzos, carbonatos cálcicos, mica, pequeñas pápulas de arcilla, materia vegetal, así como microfósiles en algunas de las muestras (fig. 3f). En lo que respecta a la cantidad de desgrasante existen variaciones internas, de forma que como apuntábamos previamente, se ha considerado necesario el establecimiento de 4 subgrupos; 1.A cuyo porcentaje no supera el 5%; 1B es el más amplio y tiene una proporción de desgrasante mayor que oscila entre un 10-20%; 1.C presenta cantidades en torno al +30%; y, por último, el subgrupo 1D, que contrasta con los anteriores debido a su elevada proporción de desgrasante que alcanza el 50%. En lo que respecta al grupo tecnológico 2, este se halla integrado únicamente por tres contenedores compuestos por una proporción de desgrasante escasa, en torno a un 5-10% (fig. 3e). Se identifica por la presencia de cuarzos, carbonatos cálcicos, micas biotitas, materia vegetal y pequeñas pápulas de arcilla. Los desgrasantes son muy finos y de tendencia esférica, no obstante, a diferencia de los otros casos, destaca porque sus aristas se presentan con forma subangulosa. Las matrices se caracterizan por tener un nivel bajo de compactación y tonos negros, grisáceos y pardos oscuros.

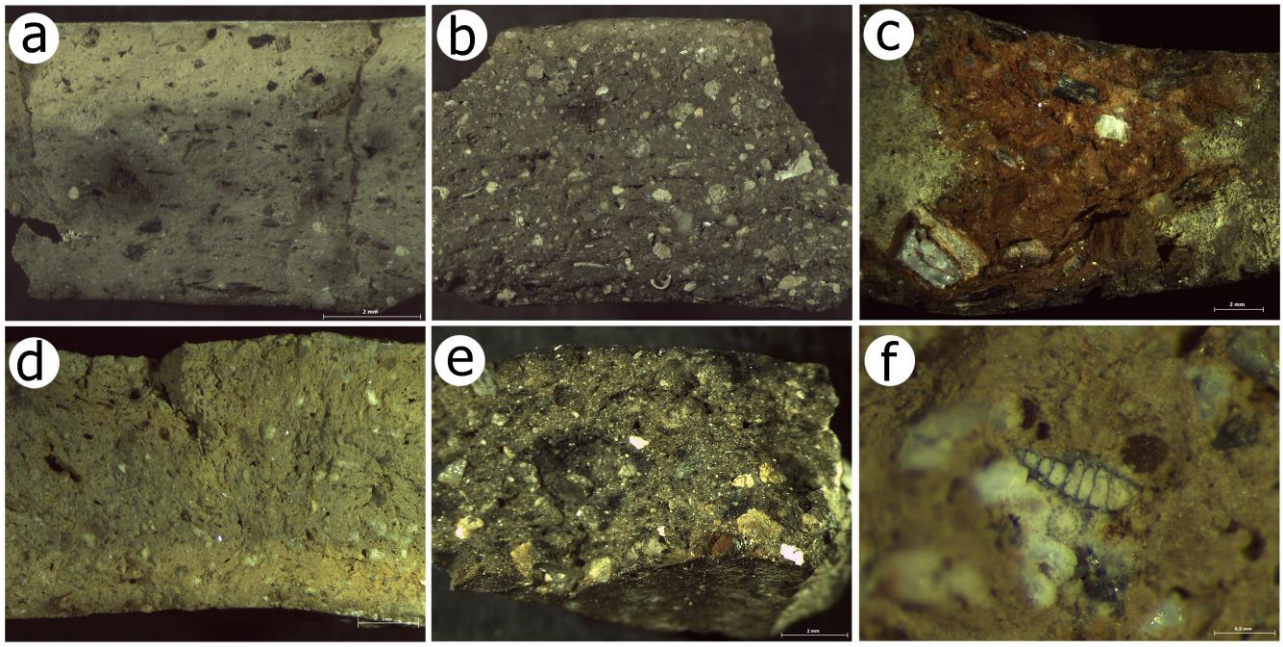



**Fig. 3.** Microfotografías obtenidas mediante lupa estereoscópica donde se representan las matrices cerámicas de los grupos tecnológicos.

**Tabla 1.** Resultados del análisis colorimétrico (El Cerro de la Virgen, Orce).

| ID | L | A | B | C | H | FORMA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V-0002 | 2.51 | 63.03 | -37.13 | 73.16 | 329.50 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0003 | 7.66 | 62.78 | -27.07 | 68.37 | 336.68 | olla cuello marcado y borde saliente |
| V-0005 | 20.82 | 33.36 | 10.99 | 35.12 | 18.23 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0006 | 2.56 | 46.92 | -43.39 | 63.91 | 317.24 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0007 | 5.33 | 47.43 | -19.21 | 51.17 | 337.95 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0008 | 2.44 | 53.65 | -37.30 | 65.34 | 325.19 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0009 | 7.06 | 50.51 | -14.76 | 52.62 | 343.70 | vasito |
| V-0010 | 2.84 | 34.94 | -49.70 | 60.76 | 305.11 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0011 | 7.49 | 51.36 | -21.79 | 55.79 | 337.01 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0014 | 5.56 | 60.00 | -15.21 | 61.90 | 345.78 | cazuela carenada peq. |
| V-0020 | 5.31 | 52.16 | -26.17 | 58.36 | 333.36 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0021 | 10.47 | 20.15 | 6.01 | 21.03 | 16.59 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0034 | 2.37 | 60.90 | -37.87 | 71.71 | 328.12 | fuente de borde entrante |
| V-0061 | 2.88 | 30.32 | -50.47 | 58.88 | 300.99 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0066 | 5.72 | 46.38 | -10.87 | 47.64 | 346.82 | cuenco esférico con borde abierto |
| V-0067 | 2.67 | 46.95 | -46.81 | 66.30 | 315.08 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0068 | 15.22 | 27.35 | -1.19 | 27.37 | 357.51 | cuenco semiesférico tam. medio |
| V-0071 | 2.55 | 68.68 | -44.22 | 81.69 | 327.22 | olla ovoide pequeña |
| V-0077 | 7.50 | 54.60 | -27.66 | 61.21 | 333.13 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0082 | 34.03 | 5.38 | 15.95 | 16.83 | 71.35 | olla |
| V-0084 | 11.44 | 39.29 | -9.85 | 40.50 | 345.93 | cuenco |
| V-0085 | 4.87 | 51.25 | -21.25 | 55.48 | 337.80 | cazuela |
| V-0100 | 22.18 | 12.65 | 7.47 | 14.69 | 30.57 | plato biselado |
| V-0103 | 30.19 | 9.47 | 16.25 | 18.81 | 59.76 | olla ovoide pequeña |
| V-0106 | 5.02 | 70.62 | -10.37 | 71.38 | 351.65 | vaso lenticular o bicónico |
| V-0110 | 7.70 | 55.56 | -22.90 | 60.09 | 337.60 | orza** |
| V-0113 | 12.27 | 46.30 | 1.60 | 46.33 | 1.97 | orza** |
| V-0116 | 10.90 | 26.24 | -5.64 | 26.84 | 347.87 | plato grande simple |
| V-0118 | 5.37 | 51.18 | -23.42 | 56.29 | 335.41 | cuenco peq. semiesférico |
| V-0119 | 10.71 | 32.56 | -6.34 | 33.17 | 348.99 | orza cuello marcado borde saliente |
| V-0135 | 3.02 | 129.35 | -93.88 | 159.83 | 324.03 | olla cuello marcado y borde saliente |
| V-0138 | 21.78 | 25.04 | 11.06 | 27.38 | 23.82 | orza carenada |
| V-0316 | 28.97 | 5.01 | 9.85 | 11.05 | 63.02 | vaso* |
| V-0451 | 4.65 | 18.53 | 7.37 | 19.94 | 21.69 | cuenco pequeño* |
| V-0453 | 16.10 | 21.78 | 6.89 | 22.84 | 17.55 | cuenco pequeño* |
| V-102 | 3.06 | 96.57 | -93.73 | 134.58 | 315.85 | plato biselado |
| V-114 | 3.19 | 131.91 | -82.51 | 155.59 | 327.97 | vasito de borde biselado naranja |
| V-133 | 3.23 | 56.40 | -87.86 | 104.40 | 302.70 | fuente plana de borde biselado |
| V-141 | 3.22 | 85.76 | -97.54 | 129.88 | 311.32 | cuenco semi. borde entrante mediano |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V-142 | 16.92 | 16.90 | 7.64 | 18.55 | 24.32 | cuenco* |
| V-15 | 34.81 | 3.10 | 9.33 | 9.83 | 71.62 | olla ovoide grande |
| V-18 | 2.58 | 139.13 | -70.32 | 155.90 | 333.19 | orza ovoide con borde saliente |
| V-22 | 18.52 | 9.88 | 5.50 | 11.31 | 29.11 | vaso pequeño con carena baja |
| V-26 | 8.28 | 53.68 | -19.79 | 57.21 | 339.76 | olla ovoide grande |
| V-29 | 3.07 | 60.37 | -80.42 | 100.56 | 306.89 | plato biselado |
| V-31 | 2.60 | 96.74 | -68.49 | 118.53 | 324.70 | plato biselado |
| V-318 | 32.11 | 12.60 | 19.22 | 22.98 | 56.75 | cuenco* |
| V-32 | 3.22 | 81.87 | -95.98 | 126.16 | 310.46 | plato biselado |
| V-33 | 3.26 | 63.33 | -87.82 | 108.27 | 305.80 | plato grande simple |
| V-367 | 7.42 | 34.44 | -4.28 | 34.70 | 352.91 | cuenco* |
| V-368 | 30.88 | 21.76 | 24.32 | 32.63 | 48.17 | plato biselado* |
| V-39 | 2.51 | 91.57 | -56.80 | 107.75 | 328.19 | cuenco semiesférico tam. medio |
| V-40 | 37.27 | 3.68 | 13.01 | 13.51 | 74.22 | olla ovoide grande con borde vertical |
| V-401 | 11.30 | 22.35 | 5.52 | 23.02 | 13.87 | vaso* |
| V-403 | 14.22 | 16.09 | 3.94 | 16.57 | 13.76 | cuenco* |
| V-406 | 2.37 | 45.96 | -0.65 | 45.97 | 359.19 | cuenco* |
| V-410 | 4.88 | 22.89 | 1.22 | 22.92 | 3.05 | decoración campaniforme |
| V-411 | 8.83 | 15.67 | 6.00 | 16.78 | 20.96 | decoración campaniforme |
| V-413 | 19.73 | 6.25 | 10.73 | 12.42 | 59.76 | decoración campaniforme |
| V-416 | 13.88 | 24.00 | 8.96 | 25.62 | 20.47 | base de pie alto decoración campaniforme |
| V-419 | 2.51 | 23.02 | -18.63 | 29.61 | 321.01 | cuenco* |
| V-42 | 3.14 | 80.42 | -90.79 | 121.29 | 311.54 | fuente simple casquete esférico |
| V-420 | 20.98 | 11.45 | 6.74 | 13.29 | 30.46 | vaso* |
| V-421 | 2.51 | 58.46 | -15.06 | 60.37 | 345.55 | decoración campaniforme |
| V-422 | 7.86 | 34.19 | 2.05 | 34.25 | 3.44 | decoración campaniforme |
| V-423 | 2.47 | 32.34 | -16.90 | 36.49 | 332.41 | vaso* |
| V-424 | 30.55 | 23.15 | 23.93 | 33.29 | 45.95 | decoración campaniforme |
| V-425 | 14.41 | 14.02 | 7.47 | 15.89 | 28.06 | cuenco* |
| V-426 | 14.30 | 17.74 | 6.35 | 18.84 | 19.68 | vaso* |
| V-427 | 12.90 | 26.73 | 5.12 | 27.22 | 10.84 | fuente* |
| V-428 | 22.44 | 9.40 | 11.12 | 14.56 | 49.79 | decoración campaniforme |
| V-429 | 7.87 | 23.25 | 1.05 | 23.27 | 2.59 | decoración campaniforme |
| V-43 | 3.38 | 54.24 | -90.26 | 105.30 | 301.00 | fuente de borde biselado |
| V-430 | 2.34 | 52.07 | -4.30 | 52.25 | 355.28 | vaso* |
| V-431 | 15.18 | 10.51 | 6.97 | 12.61 | 33.55 | cuenco* |
| V-432 | 22.05 | 8.74 | 9.09 | 12.61 | 46.11 | cuenco* |
| V-433 | 1.20 | 18.42 | -1.70 | 18.50 | 354.72 | cuenco* |
| V-434 | 35.78 | 6.88 | 16.26 | 17.65 | 67.07 | vaso* |
| V-435 | 30.00 | 16.37 | 19.58 | 25.52 | 50.10 | vaso* |
| V-436 | 18.82 | 26.16 | 13.08 | 29.25 | 26.56 | cuenco* |
| V-437 | 10.76 | 14.48 | 5.74 | 15.57 | 21.62 | cuenco* |
| V-438 | 0.99 | 28.17 | 1.37 | 28.20 | 2.79 | cuenco* |
| V-439 | 2.32 | 52.84 | -4.84 | 53.07 | 354.76 | cuenco * |
| V-44 | 26.55 | 7.78 | 11.04 | 13.51 | 54.84 | plato biselado |
| V-440 | 36.41 | 6.41 | 6.17 | 8.89 | 43.89 | cuenco* |
| V-441 | 30.86 | 3.92 | 10.16 | 10.89 | 68.90 | cuenco* |
| V-442 | 2.55 | 22.67 | -19.02 | 29.60 | 320.00 | vasito* |
| V-443 | 35.48 | 4.25 | 11.45 | 12.21 | 69.65 | vaso* |
| V-444 | 37.16 | 2.10 | 8.13 | 8.40 | 75.52 | cuenco * |
| V-445 | 25.19 | 6.20 | 8.39 | 10.43 | 53.53 | cuenco* |
| V-446 | 2.42 | 39.46 | -10.60 | 40.86 | 344.96 | vaso* |
| V-448 | 23.61 | 6.27 | 7.61 | 9.86 | 50.49 | cuenco* |
| V-450 | 2.15 | 39.43 | -12.55 | 41.38 | 342.34 | cuenco* |
| V-452 | 44.28 | 5.42 | 15.90 | 16.80 | 71.16 | cuenco semiesférico tam. medio* |
| V-454 | 32.17 | 6.65 | 13.67 | 15.20 | 64.05 | vaso* |
| V-455 | 18.82 | 9.46 | 5.38 | 10.89 | 29.64 | vaso* |
| V-50 | 3.04 | 83.20 | -86.48 | 120.00 | 313.89 | olla ovoide grande con borde vertical |
| V-51 | 2.95 | 78.40 | -77.48 | 110.23 | 315.34 | vaso pequeño con carena baja |
| V-56 | 3.44 | 50.66 | -91.90 | 104.94 | 298.86 | vaso de par. abiertas |
| V-65 | 3.38 | 61.04 | -91.01 | 109.58 | 303.85 | cuenco peq. semiesférico |
| V-78 | 3.46 | 74.34 | -100.54 | 125.04 | 306.48 | vaso carena media |
| V-79 | 2.35 | 110.69 | -56.66 | 124.35 | 332.89 | olla ovoide grande |
| V-81 | 3.45 | 95.23 | -104.60 | 141.46 | 312.32 | olla ovoide grande |
| V-Sed-001 | 38.58 | 4.08 | 15.23 | 15.77 | 75.01 | Sed |
| V-Sed-002 | 54.27 | 2.43 | 14.96 | 15.15 | 80.77 | Sed |
| V-Sed-003 | 52.71 | 2.34 | 11 | 11.25 | 78.01 | Sed |
| V-Sed-004 | 32.48 | 7.88 | 17.06 | 18.79 | 65.2 | Sed |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V-Sed-005 | 45.73 | 1.51 | 13.04 | 13.13 | 83.99 | Sed |
| **Total** | 13,7756 | 37,9579 | -17,8707 | 49,1382 | 190,7377 | - |
| **[$\bar{x}$ (σ)]** | (13,1667) | (31,0361) | (36,6142) | (40,5390) | (145,9052) | |

### *4.2. Colorimetría*

El análisis colorimétrico de las muestras procedentes del yacimiento del Cerro de la Virgen (Orce, Granada) se ha realizado sobre un total de 5 sedimentos del entorno geológico y 103 cerámicas pertenecientes a las fases del Cobre y de transición al Bronce Antiguo. Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico ACP han permitido distinguir tres grupos (fig. 4a). El primero está constituido por 47 muestras, destaca porque se halla integrado por las 5 muestras de sedimentos geológicos y cerámicas, que en su mayoría presentan decoración de tipo campaniforme. Dentro del mismo, existe cierta variabilidad pudiendo observarse un menor número de muestras con cocciones de tipo oxidante y mixto, frente a un predominio de cocciones reductoras. La media de los valores más elevados de este primer grupo se corresponde con el espectro H (67,7256), sucedido por los espectros L (22,5558), C (21,7688), A (16,9919), B (7,2888). Por otro lado, se puede apreciar que las fases correspondientes al Precampaniforme y Campaniforme Inicial (I-II.1) incluyen cocciones preferentemente reductoras. Una tendencia que cambia a partir del Campaniforme Pleno (II.2) cuando se detecta la presencia de cocciones reductoras y mixtas. No obstante, será durante el Campaniforme Final (II.3-II.4) cuando aparecen claramente cocciones de tipo oxidante, mixtas, junto a cocciones reductoras. Asimismo, la transición al Bronce Antiguo (III.1) permite observar un cambio notable, a partir del aumento de las cocciones de tipo oxidante. La aplicación de estos tipos de cocción aparece en formas vinculadas a ollas ovoides, vasos y cuencos con decoración campaniforme, cuencos pequeños semiesféricos, platos biselados y fuentes. Únicamente se observa una diferencia en la aplicación del tipo de cocción según la tipología cerámica a partir de la fase III.1 con un aumento de cocciones de tipo oxidante sobre grandes vasijas, como pueden ser las orzas.

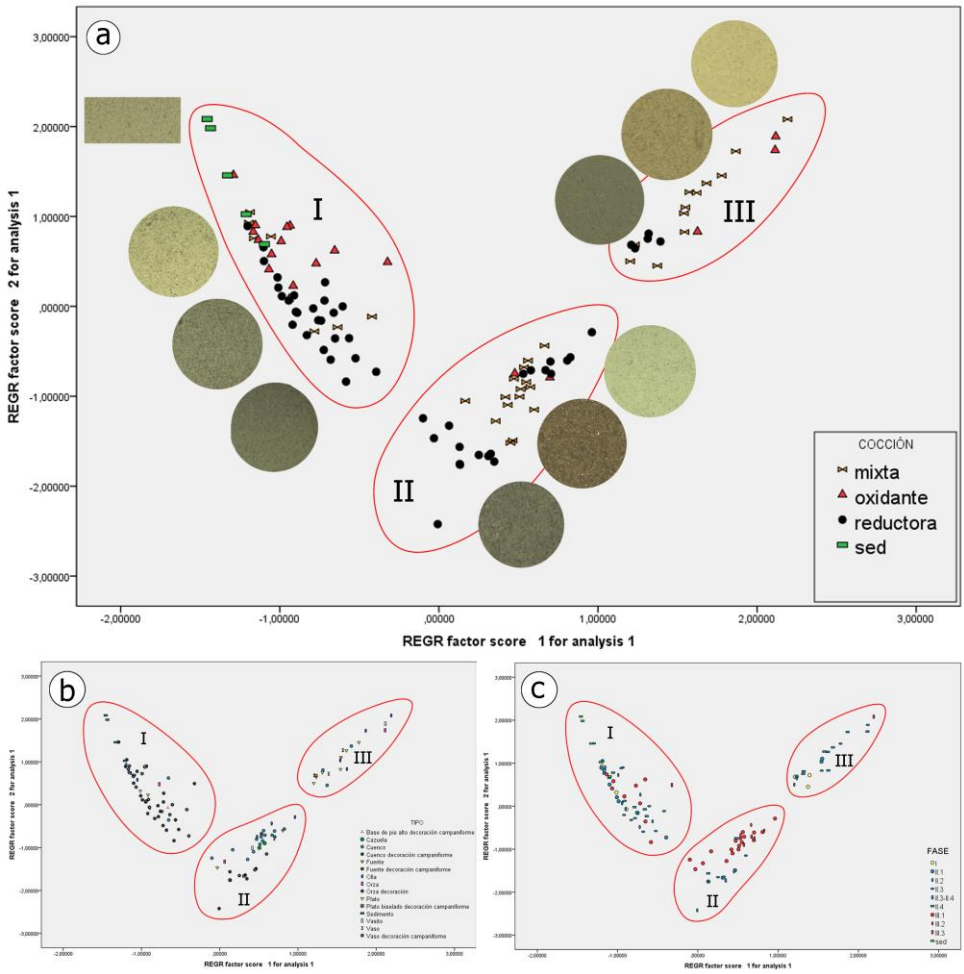



**Fig. 4**. a) Gráfico de dispersión simple mediante ACP que representa los resultados obtenidos en el Cerro de la Virgen (Orce) a partir de los datos colorimétricos; b) tipología cerámica; c) fases cronológicas.

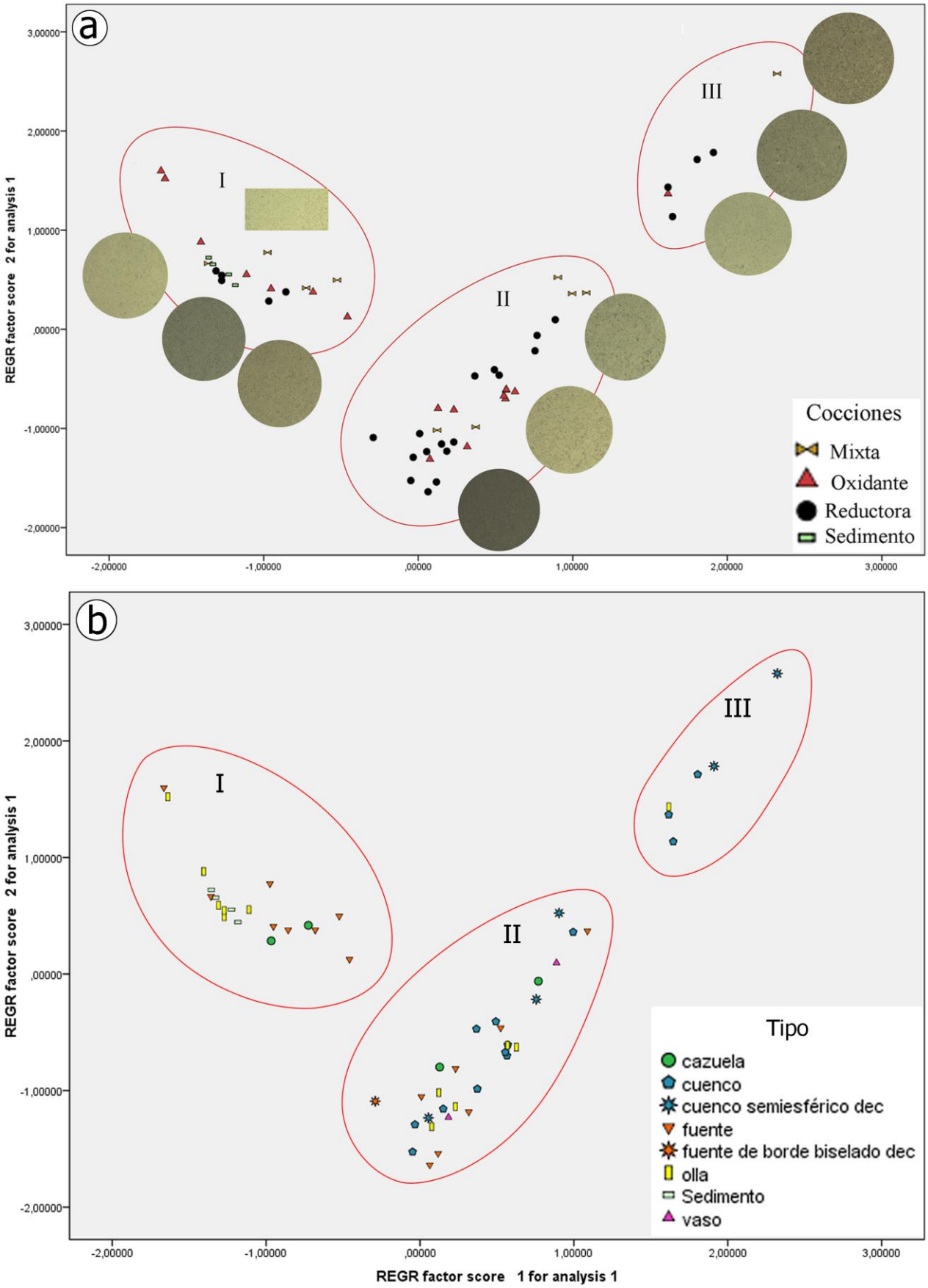



**Fig. 5**. a) Gráfico de dispersión simple mediante ACP que representa los resultados en El Cortijo de Montiel Bajo a partir de los datos colorimétricos; b) tipología cerámica.

El segundo grupo está conformado por un total de 36 muestras con una distribución heterogénea de las cocciones reductoras. Las medias obtenidas reflejan, en general, una mayor intensidad en los espectros H (337,1626), C (51,6926), A (45,4739), L (4,5335) y menor para el espectro B (-20,6590). Por otra parte, se ha podido observar en el gráfico cómo las muestras representadas en la parte superior que se identifican con tonalidades que oscilan entre marrones oscuros, grises muy oscuros a negros intensos, se vinculan exclusivamente a las fases del Bronce. Mientras que las cerámicas con cocciones reductoras que se distribuyen en la parte inferior y, presentan en general, tonos menos intensos que combinan grises con beige y naranjas, pardos marronáceos y grises, se relacionan con cerámicas de época calcolítica y con decoración campaniforme de estilo marítimo (fases II.1-II.2) e inciso (II.3-II-4). Paralelamente, este grupo también incluye muestras con cocciones mixtas, asociadas fundamentalmente recipientes cerámicos de la Edad del Bronce, aunque durante las fases calcolíticas también se detecta su uso de forma reducida. Sin embargo, cabe destacar que este tipo de cocciones mixtas aparecen únicamente en vasijas con decoración campaniforme de estilo marítimo evolucionado, asociadas preferentemente a un Campaniforme Inicial y Pleno (II.1-II.2). Una última característica que contrasta con la tendencia del grupo 1, donde las cerámicas con cocciones mixtas se vinculan casi exclusivamente a recipientes con decoración incisa asociados a la fase campaniforme final (II.3-II-4). Finalmente, el grupo 2 se compone también de un reducido número de cocciones de tipo oxidante con tonalidades beige y anaranjadas, asociadas a las fases del Campaniforme Final y Bronce Antiguo (II.4-III.1). Por último, el tercer grupo se halla integrado por un total de 19 muestras, predominando las cocciones mixtas especialmente sobre fuentes y platos de borde biselado, ollas y, en menor medida, cuencos y vasos. Pese a que este grupo constituye uno de los más reducidos, nos aporta información muy relevante, pues adquiere de todo el conjunto, este grupo alcanza los valores medios más altos en los espectros H (314,3635), C (123,1820), A (86,0610) y los valores más bajos para L (3,0775) y B (-85,2535). Además, a diferencia de lo que sucede con los grupos 1 y 2, en este caso, los recipientes que aquí se concentran se corresponden con cerámicas lisas, carecen de decoración y se vinculan exclusivamente con fases del campaniforme (figs. 4b, c). En lo que respecta al total de la media obtenida para el conjunto del Cerro de la Virgen, podemos observar cómo los valores más elevados se identifican en el espectro H (190,7377), siendo inferiores en los espectros L (13,7756), A (37,9579), B (-17,8707), C (49,1382) (tabla 1).

**Tabla 2.** Resultados análisis colorimétrico (El Cortijo de Montiel Bajo, Santo Tomé de la Vega).

| ID | L | A | B | C | H | FORMA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SV-3 | 49,43 | 5,83 | 17,19 | 18,15 | 71,27 | fuente de forma simple |
| SV-4 | 2,84 | 95,32 | -50,12 | 107,69 | 332,27 | vaso |
| SV-5 | 7,63 | 50,04 | 0,37 | 50,04 | 0,42 | fuente |
| SV-6 | 11,56 | 40,22 | 7,38 | 40,89 | 10,40 | cazuela |
| SV-7 | 7,43 | 60,36 | -6,73 | 60,73 | 353,64 | olla |
| SV-8 | 2,35 | 71,19 | -4,65 | 71,34 | 356,26 | fuente de forma simple |
| SV-9 | 2,53 | 93,68 | -63,08 | 115,44 | 326,87 | cuenco semiesférico |
| SV-10 | 23,08 | 22,81 | 16,95 | 28,42 | 36,61 | olla ovoide |
| SV-13 | 2,70 | 70,14 | -38,22 | 79,88 | 331,41 | fuente de borde biselado |
| SV-14 | 1,37 | 52,89 | -2,03 | 52,93 | 357,80 | fuente de borde biselado |
| SV-15 | 2,80 | 63,39 | -43,62 | 76,95 | 325,47 | cuenco semiesférico |
| SV-16 | 34,92 | 8,78 | 18,18 | 20,19 | 64,21 | olla globular |
| SV-17 | 2,34 | 57,70 | -15,39 | 59,72 | 345,06 | olla globular |
| SV-18 | 2,38 | 55,29 | -12,51 | 56,68 | 347,25 | vaso |
| SV-19 | 2,31 | 49,50 | 4,28 | 49,68 | 4,95 | fuente carenada |
| SV-20 | 9,07 | 60 | -13,15 | 61,42 | 347,64 | cazuela |
| SV-21 | 2,86 | 129,73 | -93,66 | 160 | 324,17 | olla ovoide |
| SV-22 | 6,46 | 63 | -17,20 | 65,31 | 344,73 | fuente de labio biselado |
| SV-23 | 2,55 | 83,21 | -24,64 | 86,78 | 343,51 | cuenco de casquete esférico |
| SV-24 | 26,78 | 8,70 | 12,05 | 14,87 | 54,19 | olla ovoide |
| SV-25 | 17,20 | 28,93 | 13,76 | 32,04 | 25,44 | fuente de forma simple |
| SV-26 | 2,39 | 71,18 | -14,30 | 72,60 | 348,64 | cuenco |
| SV-27 | 2,49 | 84,06 | -49,72 | 97,66 | 329,40 | cazuela |
| SV-28 | 31,33 | 5,73 | 14,81 | 15,88 | 68,65 | fuente de borde biselado |
| SV-29 | 7,15 | 47,96 | -2,44 | 48,02 | 357,08 | cuenco |
| SV-30 | 7,95 | 48,94 | -10,75 | 50,11 | 347,61 | fuente |
| SV-31 | 2,59 | 49,21 | -18,45 | 52,55 | 339,44 | cuenco |
| SV-32 | 2,36 | 108,36 | -56,80 | 122,35 | 332,34 | fuente |
| SV-33 | 10,67 | 43,87 | 9,77 | 44,94 | 12,56 | fuente de borde biselado |
| SV-34 | 2,65 | 133,11 | -89,30 | 160,29 | 326,14 | cuenco |
| SV-35 | 2,32 | 85,70 | -19,13 | 87,81 | 347,42 | cuenco |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SV-36 | 2,33 | 71,53 | 38,97 | 81,45 | 331,42 | fuente de borde biselado |
| SV-37 | 20,90 | 31,58 | 7,69 | 32,51 | 13,68 | fuente de borde biselado |
| SV-38 | 5,31 | 55,51 | -1,25 | 55,52 | 358,71 | olla ovoide |
| SV-39 | 1,04 | 84,75 | -26,55 | 88,81 | 342,60 | olla de paredes rectas |
| SV-40 | 7,70 | 72,87 | -24,27 | 76,80 | 341,58 | cuenco |
| SV-41 | 26,06 | 6,36 | 9,50 | 11,43 | 56,19 | olla de paredes rectas |
| SV-42 | 14,33 | 20,29 | 5,01 | 20,90 | 17,87 | cazuela |
| SV-43 | 12,23 | 27,38 | 2,17 | 27,47 | 4,54 | fuente de labio engrosado |
| SV-44 | 2,82 | 142,69 | -99,80 | 174,13 | 325,03 | cuenco semiesférico |
| SV-45 | 47,82 | 5,37 | 15,71 | 16,60 | 71,13 | olla de paredes rectas |
| SV-46 | 2,47 | 82,73 | -24,88 | 86,39 | 343,26 | olla ovoide |
| SV-47 | 28,52 | 6,89 | 12,02 | 13,86 | 60,19 | olla ovoide |
| SV-48 | 4,08 | 41,57 | -3,15 | 41,69 | 355,66 | cuenco |
| SV-49 | 2,48 | 83,55 | -21,51 | 86,28 | 345,56 | cuenco |
| SV-50 | 2,91 | 155,65 | -64,24 | 168,38 | 337,57 | cuenco semiesférico |
| SV-51 | 3,32 | 74,29 | -78,04 | 107,75 | 313,59 | cuenco semiesférico* |
| SV-52 | 14,42 | 36,25 | -1,22 | 36,27 | 358,07 | fuente de borde biselado* |
| SV-53 | 3,09 | 173,51 | -123,00 | 212,69 | 324,67 | cuenco semiesférico* |
| SV-54 | 2,71 | 155,67 | -96,25 | 183,02 | 328,27 | cuenco semiesférico* |
| SV-55 | 7,53 | 72,22 | 24,95 | 76,41 | 340,94 | cuenco semiesférico* |
| SV-56 | 2,51 | 90,94 | -38,88 | 98,44 | 336,74 | cuenco semiesférico* |
| SV-SED 001 | 23,31 | 13,64 | 13,62 | 19,27 | 44,95 | Sed |
| SV-SED 002 | 31,60 | 7,60 | 14,93 | 16,75 | 63,02 | Sed |
| SV-SED 003 | 26,30 | 14,97 | 18,03 | 23,44 | 50,30 | Sed |
| SV-SED 004 | 36,21 | 6 | 17,70 | 18,69 | 71,29 | Sed |
| SV-SED 005 | 30,20 | 8,58 | 15,96 | 18,12 | 61,74 | Sed |
| **Total [$\bar{x}$ (σ)]** | 11,4858 (12,5643) | 59,4951 (41,9875) | -16,4549 (36,2426 | 67,6216 (48,0535) | 230,02 (146,6765) | |

Para el sitio de El Cortijo de Montiel Bajo (Jaén) el análisis colorimétrico se ha realizado sobre un total de 52 muestras cerámicas y 5 muestras de sedimentos procedentes del entorno geológico del sitio. Al igual que en el caso anterior los resultados del análisis estadístico nos permiten observar tres grupos principalmente (fig. 5a). El primero está integrado por un total de 21 muestras, de las cuales 16 se corresponden con recipientes cerámicos y 5 con sedimentos que se localizan próximos a las muestras que integran este conjunto. Dentro del conjunto, se incluyen 5 muestras que presentan cocciones reductoras y se relacionan preferentemente con las formas de ollas ovoides y de paredes rectas, pero también con una cazuela y una fuente de labio engrosado. Asimismo, está compuesto por 7 muestras con cocciones de tipo oxidante que se corresponden exclusivamente con la forma de fuentes y ollas, y en menor medida, por cocciones mixtas en un total de 4 muestras que se relacionan principalmente con las formas de fuentes y una cazuela. En este primer grupo, se puede observar también que los valores más elevados se identifican en el espectro H (41,1238), siendo inferiores en los espectros L (24,3995), A (19,6700), B (11,7657), C (25,4352). A continuación, el segundo grupo destaca porque es el más numeroso, está conformado por un total de 28 muestras, de las cuales 14 se corresponden con cocciones reductoras, 10 son de tipo oxidante y 5 mixtas. Contiene el mayor número de cocciones reductoras que se relacionan con formas de cuencos, fuentes y, en menor medida, vasos cazuelas, ollas y cerámicas con decoración campaniforme: dos cuencos y una fuente de borde biselado.

Por su parte, las cocciones de tipo oxidante, también se presentan en un elevado porcentaje de muestras que se vinculan con las formas de ollas, cuencos, cazuelas, fuentes y un vaso. Esto último, contrasta con el menor número de cocciones mixtas, que se identifican en un total de 4 muestras que se relacionan con las formas de cuencos, una fuente y una olla. Las medias obtenidas reflejan, como en el caso anterior, una mayor intensidad en el espectro H (342,7323) pero con valores mucho más reducidos en el espectro L (4,1753), identificándose los siguientes valores con las medias A (69,5930), B (-20,6253) y C (75,3927). En lo que respecta al tercer grupo, cabe señalar que en comparación con los anteriores este es el más reducido. Se caracteriza fundamentalmente por la presencia de cocciones reductoras sobre cuencos semiesféricos, apareciendo de forma minoritaria cocciones oxidantes y mixtas (fig. 5b). Incluye dos cuencos con decoración campaniforme que se distancian del resto de ejemplares decorados, siendo los únicos que presentan motivos soliformes e identificándose las tonalidades de sus matrices por tonos suaves (grises, beige, marrones, naranjas) frente a las matrices de tonos grises oscuros, negruzcos que caracterizan a las vasijas campaniformes del grupo 2. Para concluir, se puede observar cómo en este grupo, los valores más bajos corresponden a los espectros L (2,8400) y B (-94,3750) y los valores medios más elevados para A (148,3933), C (176,4183) y H (327,6417). En relación con el total de la media obtenida para el conjunto del Cortijo de Montiel Bajo, los valores más altos se relacionan con el espectro H (230,0249), sucedido por los espectros C (67,6216), A (59,4951), L (11,4858) y B (-16,4549).

## 5. CONCLUSIONES

El estudio colorimétrico en el yacimiento del Cerro de la Virgen (Orce, Granada) ha permitido observar la aplicación mayoritaria de cocciones de tipo reductor, seguidas de cocciones mixtas y, por último, oxidantes. Por su parte, el conjunto cerámico del yacimiento del Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) evidencia que casi la mitad de la muestra analizada, se compone de vasijas con un tipo de cocción reductora con tonalidades generalmente que oscilan entre grises claros, oscuros y negros, sucedida por cocciones de tipo oxidante y, finalmente, un menor porcentaje de cocciones mixtas. Si establecemos una comparación entre el análisis estadístico de las medias de los valores cromáticos de los grupos colorimétricos de ambos yacimientos se puede observar una tendencia común (tabla 3). En este sentido, destaca cómo el grupo I presenta valores positivos en todos sus espectros, lo cual podría deberse a la presencia de las muestras de sedimentos no sometidos a una exposición al fuego. Por otro lado, cabe destacar cómo en el grupo II los rangos de los espectros presentan similitudes en sus valores, concretamente en el espectro B que es igual (-20,6). Por último, se ha podido constatar que el grupo III alcanza los valores positivos más altos en los espectros C y A, así como los valores negativos más elevados en el espectro B (-85,2 a -94,3). De este modo, se podría sugerir que los resultados concuerdan con las observaciones macróscopicas predominando en ambas producciones cerámicas las cocciones reductoras, especialmente sobre las formas de cuencos.

**Tabla 3**. Principales grupos colorimétricos y datos obtenidos a partir del análisis estadístico de las medias de los valores L A B C H en El Cerro de la Virgen (Orce, Granada) (CV) y El Cortijo de Montiel Bajo (Santo Tomé de la Vega, Jaén) (SV).

| Yacimiento | Grupo colorimétrico | L | A | B | C | H |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CV | I | 22,5558 | 16,9919 | 7,2888 | 21,7688 | 67,7256 |
| SV | I | 24,3995 | 19,6700 | 11,7657 | 25,4352 | 41,1238 |
| CV | II | 4,5335 | 45,4739 | -20,6590 | 51,6926 | 337,1626 |
| SV | II | 4,1753 | 69,5930 | -20,6253 | 75,3927 | 342,7323 |
| CV | III | 3,0775 | 86,0610 | -85,2535 | 123,1820 | 314,3635 |
| SV | III | 2,8400 | 148,3933 | -94,3750 | 176,4183 | 327,6417 |

Al mismo tiempo, resulta interesante observar que, tanto en El Cerro de la Virgen como en El Cortijo de Montiel Bajo, existe una correlación entre los cromatismos de los sedimentos del entorno geológico y las muestras de polvo cerámico. También se ha podido constatar una distribución heterogénea en los espectros cromáticos de las pastas cerámicas asociada a un mismo tipo de cocción. En el caso del Cerro de la Virgen esto parece relacionarse en ocasiones con los diferentes estilos de decoración campaniforme. Un aspecto que se podría explicar a partir de las distintas tradiciones tecnológicas adoptadas y la búsqueda intencional en la consecución de diferentes tonalidades cromáticas ligada a convenciones culturales (Ratto et al., 2021). Por lo que este último pudo ser el factor que condicionó decisiones técnicas como posibles variaciones en el tiempo, la temperatura y la atmósfera de cocción, así como un uso diferenciado de la materia prima y/o de las zonas de captación, pudiendo obtener por ej.: tonos más claros en las producciones en las que predomina el carbonato cálcico; tonos más oscuros en aquellas que se componen de una mayor cantidad de material orgánico (raíces, fibras, humus, bostas) o colores más rojizos, y anaranjados en vasijas con más porcentaje de arcillas ferruginosas, óxidos de hierro. Cabe destacar, por tanto, que el color sin duda es uno de los principales atributos visuales de las producciones cerámicas. De manera que su especificación numérica permite aproximarse a las distintas tradiciones alfareras, incidiendo especialmente sobre las condiciones de cocción. No obstante, en combinación con otras técnicas arqueométricas, también puede resultar de gran utilidad para aproximarse a cuestiones relacionadas con la procedencia de materias primas (Mirti y Davit, 2004; Zerai et al., 2020). Por tanto, resultará de gran interés continuar ampliando los estudios colorimétricos con el fin de establecer comparaciones entre la elección de determinados cromatismos en las producciones alfareras durante las fases de transición del Cobre Reciente e inicio de la Edad del Bronce, profundizando en el uso del color a partir de la caracterización tecnológica y teniendo en cuenta sus características tipológicas, el estilo decorativo, así como posibles diferencias derivadas del tipo de contexto doméstico y/o funerario.

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a los recursos ofrecidos por la Unidad de Excelencia Archaeometrical Studies. Inside de artefacts & ecofacts (Plan Propio de Investigación y Transferencia. Universidad de Granada); a los proyectos *Producción artesanal y división del trabajo en el Calcolítico del Sudeste de la Península Ibérica: un análisis a partir del registro arqueológico de Los Millares (PARTESI)* financiado por la Agencia Estatal de Investigación

del Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-117437GB-I00/AEI/10.13039/501100011033); *Mejora de la investigación y externalización del Laboratorio de Arqueometría* "Antonio Arribas Palau" Departamento de Prehistoria y Arqueología (Universidad de Granada (EQC2018-004880-P); y, finalmente, gracias a los medios técnicos disponibles en el Laboratorio de Arqueometría Antonio Arribas Palau (Universidad de Granada).

## BIBLIOGRAFÍA

Aitchison, J. (1983): Principal Component Analysis of Compositional Data. *Biometrika* 70(1): 57-65. https://doi.org/10.2307/2335943

Camara, J.A., Molina, F., Perez, C. y Spanedda, L. (2018): Una nueva lectura de las fortificaciones Calcolíticas del Cerro de la Virgen (Orce, Granada, España). *Ophiussa* 2: 25-37. https://doi.org/10.51679/ophiussa.2018.27

Contreras, F. Capel, J., Esquivel, J. A., Molina, F. y De La Torre, F. (1987-88): Los ajuares cerámicos de la necrópolis argárica de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada). Avance al estudio analítico y estadístico. *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 12-13: 135-155. https://doi.org/10.30827/cpag.v12i0.1278

Cultrone, G., Cazalla, O., Rodriguez-Navarro, C., Lopez, Mª. y Sebastian, E. (2005): Técnicas no destructivas aplicadas a la conservación del patrimonio arquitectónico. Colorimetría. *Revista PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* 53: 6-10. http://dx.doi.org/10.33349/2005.53.1963

Dorado, A. (2019): *Caracterización de las producciones cerámicas de Andalucía Oriental y el Sudeste de la Península Ibérica: del Bronce Tardío al Hierro Antiguo (1550/1500 – 550 cal AC)*. Tesis Doctoral: Universidad de Granada. http://hdl.handle.net/10481/55777

Gamiz, J., Dorado, A. y Cabadas, H.V. (2013): Análisis de la cerámica prehistórica con estereomicroscopía: una guía revisada sobre la descripción de las fases de producción. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 23:365-395. https://doi.org/10.30827/cpag.v23i0.3114

Milla, C. (2017): *Estudio de reconocimiento geográfico de la comarca de Sierra Cazorla*. Trabajo de Fin de Grado: Universidad de Jaén. https://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/6294

Mirti, P. y Davit, P. (2004): New developments in the study of ancient pottery by colour measurement. *Journal of Archaeological Science* 31: 741–751. https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.11.006

Molina, F., Camara, J.A., Afonso, J.A. y Najera, T. (2014): Las sepulturas del Cerro de la Virgen (Orce, Granada): diferencias cronológicas y diferencias sociales. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 16: 121-142.

Molina, F., Camara, J.A., Dorado, A. y Villarroya, M. (2017): El fenómeno campaniforme en el Sudeste de la Península Ibérica: el caso del Cerro de la Virgen de Orce. En Gonçalves, V. (Ed.): *Sinos e Taças. Junto ao Oceano e mais longe. Aspectos da presença campaniforme na Península Ibérica*. Estudos & memórias 10: Lisboa, UNIARQ: 276-288.

Perez, C., Torres F. y Exposito, D. (en prensa): Intervención arqueológica preventiva: control y seguimiento de los movimientos de tierra con sondeos arqueológicos en la traza de la red general e impulsiones de las obras de modernización de regadíos de las Vegas del Guadalquivir. Vegas Altas. Sector V TT. MM. Cazorla y Santo Tomé (Jaén). *Anuario Arqueológico de Andalucía*, Junta de Andalucía. Sevilla.

Ratto, N., Basile, M., Feely, A., Lantos, I. y Orgaz, M. (2021): Estrategia para el estudio de las prácticas alfareras de la región de Fiambalá (Catamarca, Argentina). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*: 1-24. https://boletin.scha.cl/boletin/index.php/boletin/article/view/665.

Sánchez, M. (1984) *Estudio arqueológico de los yacimientos del Valle del Guadiana Menor y la zona de confluencia con el Guadalquivir desde el Neolítico al Bronce Final*. Memoria de Licenciatura (inédita): Universidad de Granada.

Schüle, W. (1980): *Orce und Galera. Zwei Siedlungen aus dem 3. bis 1. Jahrtausend v. Chr. im Südosten der Iberischen Halbinsel I. Ubersicht über die Ausgrabungen 1962-1970*. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein.

Sepúlveda, M. (2021): *Colores del desierto de Atacama a través de la colección Aníbal Echeverría y Reyes del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago. Proyecto Bajo la Lupa*, Subdirección de Investigación, Servicio Nacional del Patrimonio Cultural: 1-34.

Varichon, A. (2017): *Colors: Where They Come from etc.: What They Mean and How to Make Them*. Harry N. Abrams, Inc., New York.

Zerai, A., Davit, P., Gulmini, M., Re. A., Giustetto, R., Maritan, L., Massa, S., Mandelli, C. Gebreyesus, Y. y Lo Giudece, A. (2020): Colorimetric Study of Ayla-Aksum amphorae from the Red Sea Coast of Eritrea. *IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage Trento*, Italy: 415-419.

# ESTUDIO TECNOLÓGICO DE VASIJAS DE LA TUMBA 183 DE LA NECRÓPOLIS BASTETANA DEL CERRO SANTUARIO (BAZA, GRANADA, ESPAÑA)

**Alberto Dorado Alejos***
**Alejandro Caballero Cobos****
**Andrés M. Adroher Auroux*****

**RESUMEN**

Los estudios tecnológicos sobre material cerámico han supuesto un mejor conocimiento de las cadenas operativas en distintos momentos históricos, permitiendo identificarse buena parte de las estrategias de producción de las vasijas. La identificación de materiales provenientes de otros ámbitos geográficos y culturales ha sido sólo posible, más allá de las analogías tipológicas siempre tan necesarias, gracias a la aplicación de técnicas analíticas que tenían por objeto el análisis textural, mineralógico, químico, etc. En esta ocasión, se ha realizado un estudio tecnológico de 18 fragmentos cerámicos hallados tanto en la Tumba 183 de la necrópolis de *Basti*, así como de varios fragmentos de la terrera asociada. Se trata de un conjunto de materiales bien definidos que habrían sido expuestos tras la deposición de la urna que conformarían el ajuar de la tumba. Con el objetivo de identificar aspectos como la proveniencia de materiales o la variabilidad tecnológica del conjunto, se ha realizado un estudio multiproxi para dar respuesta a estas incognitas. Los resultados obtenidos nos han permitido observar diversas proveniencias del conjunto que insertan esta tumba con las grandes rutas de comunicación mediterráneas, como así lo demuestran las producciones áticas. Este trabajo viene a constituirse como una nueva aportación a los escasos estudios analíticos existentes sobre producciones ibérica del área bastetana.

***Palabras clave: Iberia, Bastetania, Arqueometría, tecnología cerámica, mineralogía, geoquímica.***

**ABSTRACT**

Technological studies on ceramic material have led to a better understanding of the operational chains at different historical moments, making it possible to identify a large part of the production strategies of the vessels. The identification of materials from other geographical and cultural areas has only been possible, beyond the always necessary typological analogies, thanks to the application of analytical techniques aimed at textural, mineralogical, chemical, etc. analysis. On this occasion, a technological study was carried out on 18 ceramic fragments found in Tomb 183 of the necropolis of *Basti*, as well as on several fragments from the associated terrera. This is a set of well-defined materials that would have been exposed after the deposition of the urn that would have formed the grave goods of the tomb. In order to identify aspects such as the provenance of materials or the technological variability of the assemblage, a multi-proxy study was carried out to answer these questions. The results obtained have allowed us to observe the different origins of the complex, which link this tomb to the major Mediterranean communication routes, as demonstrated by the Attic productions. This work is a new contribution to the scarce analytical studies on Iberian production in the Bastite area.

***KEYWORDS: Iberia, Bastetania, Archaeometry, ceramic technology, mineralogy, geochemistry.***

* Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada. Email: doradoalejos@ugr.es, https://orcid.org/0000-0003-0351-7550
** CEAB. Instituto de Educación Secundaria Pedro Jiménez, España. Email: acaballero75@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3415-4238
*** CEAB. Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada. Email: aadroher@ugr.es, https://orcid.org/0000-0002-0795-0557

## 1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas arqueométricas destinadas a la caracterización de la producción de cerámica de la Cultura Ibérica en el Sureste de la Península Ibérica ha sido testimonial hasta la fecha. Los esfuerzos se han enfocado, en este sentido, a realizar acercamientos desde un punto de vista morfotipológico y/o decorativo, una perspectiva que, a nuestro juicio, es fundamental para la organización de las producciones en los primeros avances de la investigación de los conjuntos aunque, en el estado actual del conocimiento, no terminan de responder a los nuevos interrogantes que vienen dándose desde los nuevos enfoques teóricos y metodológicos. Esto supone, por tanto, la necesidad de iniciar trabajos que vayan enfocados a determinar nuevos aspectos de los materiales cerámicos que abunden en otros aspectos de carácter sociocultural y económico. Sin duda, su aplicación nos llevará a responder los nuevos interrogantes que desde nuestra disciplina se están realizando a los materiales cerámicos y, con ello, afrontar nuevos horizontes epistemológicos como la proveniencia de materias primas, procesos de aprendizaje, relaciones culturales, desarrollo de localismos, determinar el funcionamiento de las comunidades de prácticas del mundo ibérico e, incluso, definir su capacidad de agencia.

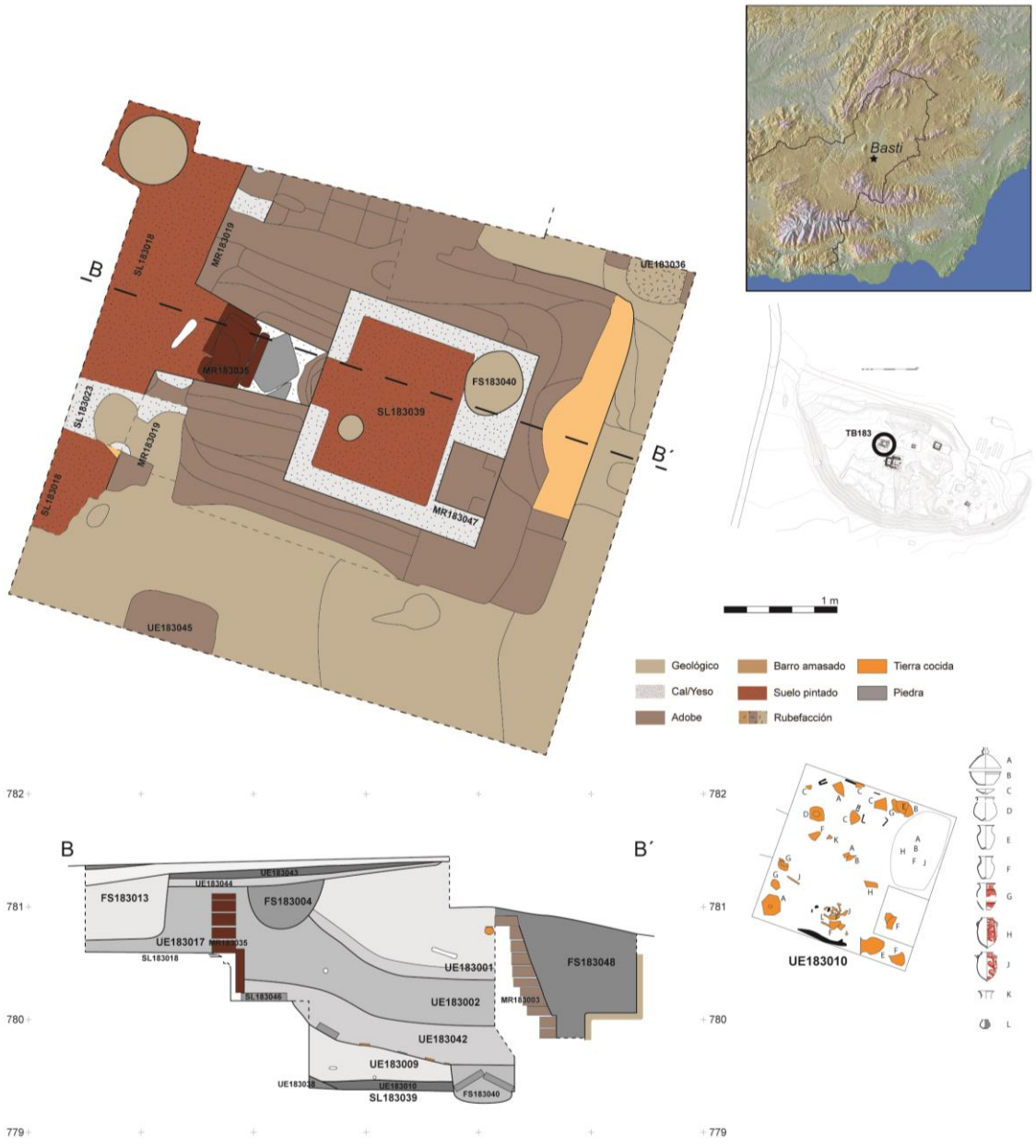



**Figura 1.** Localización y necrópolis del Cerro del Santuario, Basti, junto con el conjunto de materiales localizados en el interior de la Tumba 183 (Baza, Granada, España).

Para ello hemos realizado un estudio en uno de los sitios arqueológicos más destacados de la cultura ibérica del Sudeste peninsular: la necrópolis del Cerro Santuario, espacio funerario vinculado al *oppidum* de Basti (Baza, Granada) (fig. 1), cuyo uso se inicia en los últimos momentos del Bronce Final del SE (Pereira *et al.* 2001: 252) y alcanza su fase de plenitud en el mundo ibérico (Presedo 1982; Adroher y López 1992; González 2012). Así, se han seleccionado varias vasijas procedentes de las últimas intervenciones desarrolladas en los años 2013 y 2015 por el Centro de Estudios de Arqueología Bastetana (CEAB), en las que pudieron documentarse una serie de estructuras entre las que se encuentra una tumba de especial interés (TB-183) (Caballero *et al.* 2013; Adroher *et al.* 2022). La tumba en cuestión se constituye por una cámara subterránea, un corredor de acceso y un vestíbulo o antesala, todo ello construido en adobe y revestido de una capa de yeso, en la que aún se conservaban restos de ornamentación pictórica (Caballero *et al.* 2013: 125, fig. 6) (fig. 1). Este complejo experimentó una dilatada vida en el tiempo, con diversas reformas arquitectónicas, especialmente en el vestíbulo, y con varias fases de deposición en su interior (fig. 1b): en un primer momento, el ajuar original de esta cámara fue saqueado, dejando en su interior algunos restos del mismo fragmentados (UE183010); en un segundo momento, la cámara fue utilizada para inhumar restos humanos infantiles, en deposiciones doble, al menos las conservadas, con un ritual atípico (sin ajuar y en posiciones anatómicas anómalas, salvo la última deposición en fosa) (UE183009); en un tercer momento, la cámara permaneció abandonada (UE183002-183042), hasta que ésta fue colmatada y rematada con un túmulo de adobes escalonados (UE183001). Este complejo proceso abarcó desde finales del siglo V a finales del IV. Las piezas seleccionadas pertenecen al contexto del ajuar original, salvo la B001, que se contextualiza en un depósito ritual hecho durante la fase de construcción del túmulo, que se componía de un vaso, una urna fragmentada y gran cantidad de huesos de gallina. Por otro lado, esta intervención tuvo como objetivo recuperar parte de los materiales desechados por el equipo de F. Presedo, algunos de los cuales han sido analizados aquí con el fin de ampliar la base empírica y dotar de mayor fiabilidad los resultados obtenidos sobre las vasijas adscritas a la tumba.

## 1. METODOLOGÍA

Este estudio presenta un total de 18 muestras analizadas procedentes de la Tumba 183 de la necrópolis bastetana del Cerro Santuario. Dados los objetivos que se persiguen, que podemos resumir en identificar la proveniencia de las materias primas, definir las estrategias de cocción desarrolladas para su realización y los gestos técnicos que definen el modelado, ha sido necesario realizar una serie de análisis macroscópicos, mineralógicos y geoquímicos que ha ayudado a resolver estos interrogantes. Así, en primer lugar, se ha realizado una revisión macroscópica con el fin de determinar aspectos de su producción e identificar las trazas que pudieron producirse en la fase de modelado (Dorado, 2022). Este estudio ha sido desarrollado mediante una Lupa estereoscópica Leica M80, con cámara EZ-350 conectada a PC, con captación de datos de Leica Application Suite. Esta lupa posee dos lentes de 0'5 y 1 X que permite optimizar la toma de imágenes.

El análisis mineralógico se ha realizado sobre la totalidad de las muestras mediante un difractómetro BRUKER D8 ADVANCE, con detector rápido (Lynxeye), radiación Cu Kα, (configuración θ - 2θ, Δθ=0,04° con 1 s por paso, 2θ = 5-70°) y en condiciones ambientales (25ºC) mediante el método tradicional de polvo (Moore y Reynolds, 1989). Los difractogramas obtenidos fueron comparados con la base de datos PDF2 con el software XPowder (Martín, 2006) y mediante el método Reference Intensity Ratios normalizado (Chung, 1974).

El último paso ha consistido en la caracterización geoquímicadel conjunto (pXRF) a partir de las muestras en polvo usadas para la difracción de Rayos X. Para ello se usó un equipo PANATEC Niton XL3t provisto de un tubo de rayos X de 50 kV y 100 microamperios y un filtro correspondiente al modelo *Soils*, que se compone de dos haces de 60" por haz para un total de 120". Como cada modo funciona a un voltaje diferente, es posible realzar la fluorescencia de un conjunto de elementos y seleccionar diferentes filtros para optimizar las relaciones pico/fondo. Esta técnica cuantificó los valores de una serie de elementos: Mo, Zr, Sr, U, Rb, Th, Pb, As, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti, Sc, Ca, K y S, que expresamos en ppm. Finalmente, los datos obtenidos del proceso de cuantificación fueron sometidos a un proceso estadístico de reducción de dimensiones mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) y posteriormente comparados a través de un dendrograma a modo de contrastación (Aitchison 1983, 1984; Whallon 1990; Glasckoc 1992; Baxter 1994, 2003), que no ha sido incluido en este trabajo.

Esta metodología busca, por tanto, obtener una visión más específica del fenómeno de la producción cerámica destinada a formar parte de las tumbas que conforman la necrópolis de *Basti*, partiendo de un trabajo inicial previo sobre este conjunto (Dorado *et al.* 2017). Sin embargo, este trabajo no podrá resolver una problemática más amplia que afecta a las producciones bastetanas e ibéricas en general, sobre las que aún queda mucho por estudiar, puesto que son pocos los trabajos con los que poder comparar los resultados obtenidos aquí dada la falta de

análisis realizados sobre estos conjuntos desde una perspectiva analítica, y de los que se podrán nutrir con trabajos como este, aún tan necesarios para el mediodía peninsular. Y es que, a pesar de los esfuerzos realizados desde los años 70, siguen siendo aún pocos los trabajos que se han desarrollados sobre materiales de la II Edad del Hierro en el sudeste (p. ej. Antón Bertet *et al.* 1971), donde priman estudios vinculados más a las facetas estilísticas de las producciones cerámicas que propiamente los estudios sobre tecnología (Moreno Padilla 2019), por otro lado, siempre tan necesarios para establecer las relaciones simbólicas intergrupales que pudieron desarrollarse en el ámbito ibérico.

**Figura 2.** Materiales cerámicos analizados de la tumba 183 de Cerro del Santuario, Basti (B005 con análisis de imagen mediante DStrecht para una mejor visualización de la decoración pictórica).

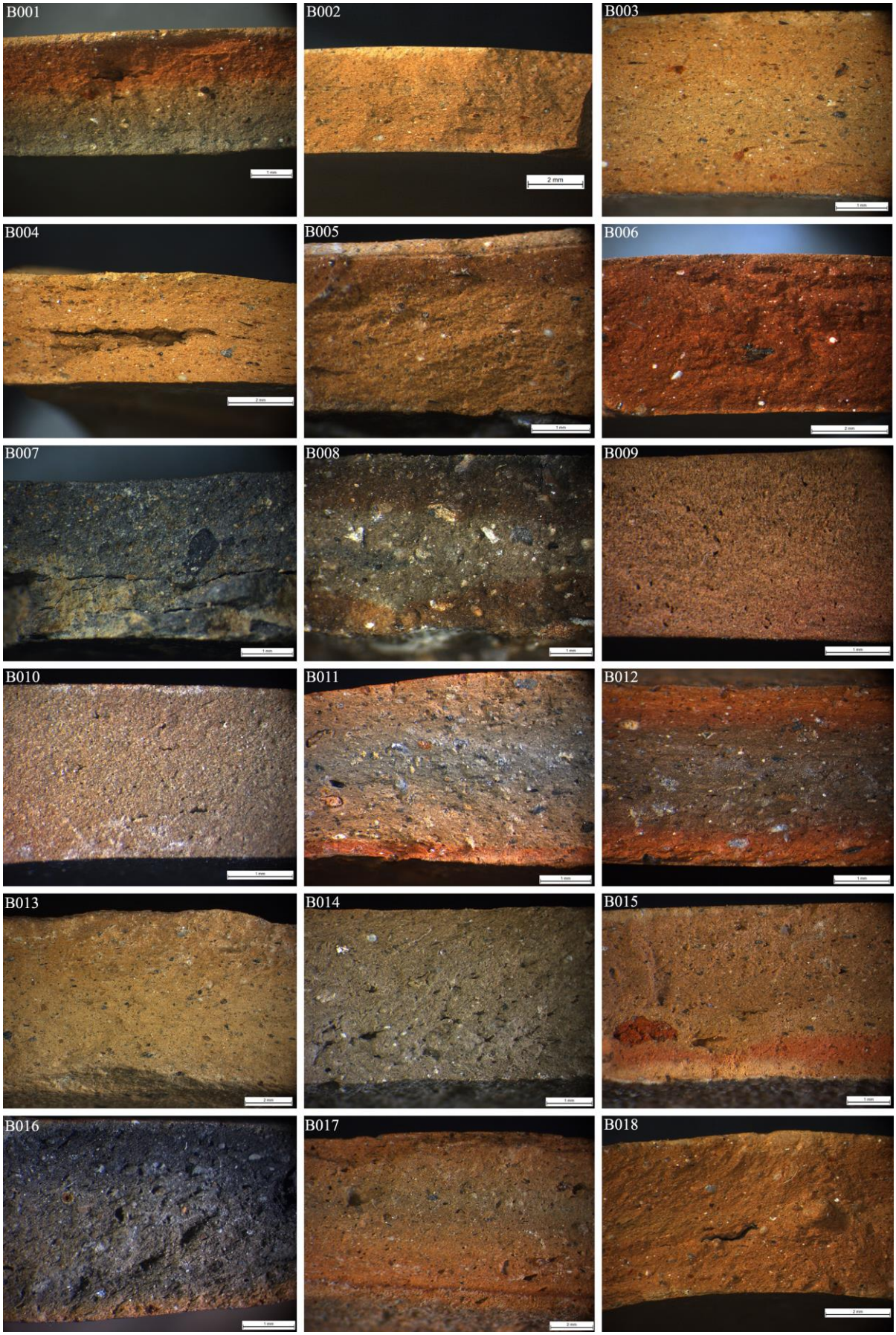



**Figura 3.** Fotografías de las matrices del conjunto de vasijas estudiadas en este trabajo procedentes tanto de la tumba 183 como de la terrera asociada.

## 2. RESULTADOS

### *2.1. Macroscopía*

El estudio realizado sobre los 18 fragmentos incluidos en el trabajo muestra una escasa variabilidad de en las prácticas de manufactura, a excepción de cuatro muestras, lo que nos ha permitido agrupar las producciones en tres grupos macroscópicos, que pasamos a describir:

[Grupo A. Producciones locales]

Este conjunto de producciones se constituye como el mayoritario del conjunto y el que ha sido definido como local por presentar las características propias de las cerámicas locales, que ya estarían bien definidas por trabajos anteriores (Cultrone *et al.* 2011). Se trata de producciones que presentan cocciones generalmente oxidantes, aunque se observan algunas cocciones mixtas fruto del fenómeno de la 'pasta sándwich', presentando coloraciones que oscilan del beige anaranjado al rojizo, para las oxidantes, y grises medios a oscuros en las cocciones reductoras (fig. 2). Los desgrasantes han sido identificados como micaesquistos, cuarzo cristalino y lechoso, así como pequeños fragmentos de carbonato de calcio y pápulas de FeO que nos han sido óptimamente agregadas a la masa durante el proceso de amasado. En general, estos desgrasantes se presentan de manera desigual en el conjunto entre aquellas que poseen índices inferiores al 10 % (B001, B002, B003, B004, B005, B006, B007, B013, B014, B015, B016, B017 y B018) y las que se encuentran en valores algo mayores, sitos entre el 15 y el 20 % (B008, B011 y B012); si bien, en todos los casos se trata de desgrasantes con dimensiones inferiores a 1 mm.

Aunque en algunos casos las labores de amasado no han agregado correctamente toda la fracción arcilla, los desgrasantes están homogéneamente ordenados en las matrices. Debemos señalar, además, que algunas de las muestras observadas aquí presentan microfósiles en las matrices (fig. 4). En cuanto a su morfología, se observa un alto grado de esfericidad y desgaste de las aristas como producto de la alta erosión, junto a algunos desgrasantes alongados producto de la descomposición de los micaesquistos. Por último, señalar la presencia de poros de pequeño tamaño situados hacia el centro que llegan a constituirse como verdaderas cámaras y estrías en algunos de los fragmentos analizados (B004 y B018, p.ej.) y que debemos relacionar con una rápida pérdida del agua durante las fases de secado y cocción. Otras estrías localizadas en el núcleo de algunas de vasijas debemos relacionarlas por su exposición al fuego durante su fase sistémica (B007).

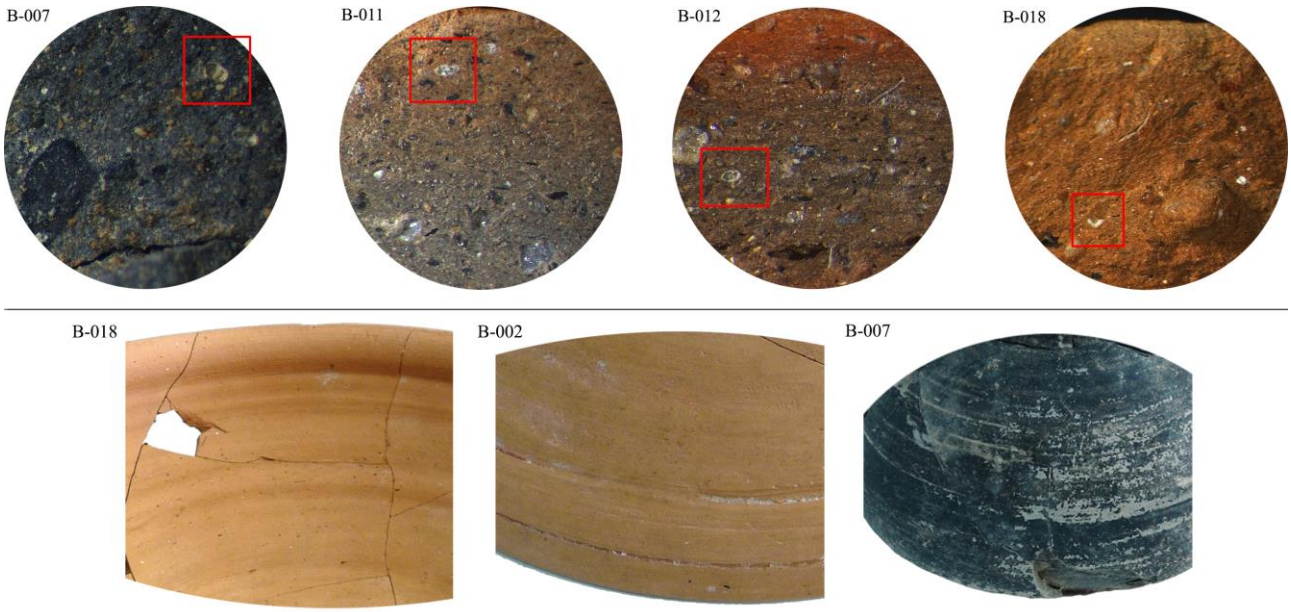



**Figura 4.** Arriba, identificación de microfósiles en las matrices cerámicas de algunas de las vasijas de la Tumba 183 y su terrera; Abajo, trazas de torno identificadas en el interior y superficies de las producciones analizadas.

[Grupo B. Producciones alóctonas]

Este segundo conjunto se conforma por dos fragmentos analizados y hallados en las terreras que hemos identificado como producciones áticas (B009 y B010). Se trata de producciones realizadas en ambientes generalmente oxidantes, más allá de las complejas cocciones de estas series (p. ej. Lühl *et al.* 2014; Solard *et al.* 2023), con coloraciones que oscilan entre el beige anaranjado y el beige medio. Apenas se han podido identificar algunos desgrasantes, definidos como cuarzo y mica, que aparecen en proporciones inferiores al 2%, moteados por algunos

carbonatos cálcicos que parecen haberse precipitado como fase secundaria durante la deposición de los fragmentos en las terreras, y una granulometría inferior al 0.1 mm. Los poros se presentan de manera ordenada en toda la matriz, aunque hacia las zonas centrales son de mayor tamaño.

Al atender a las superficies y algunas de las matrices, se ha podido identificar el uso de torno en la manufactura de la totalidad de las muestras analizadas (fig. 3). Así lo demuestran algunas de las trazas documentadas en el *lebes*, por ejemplo, en el que las huellas del torno son perfectamente horizontales y perfilan de manera maestra la forma, lo que nos lleva a interpretar que el artesano presenta una amplia experiencia. Ahora bien, lejos de utilizar de manera exclusiva el torno para el modelado de las piezas, el fragmento B016 presenta trazas en su matriz de realización mediante rollos de columbí y torno, es decir, una técnica mixta que ya habría sido identificada en otros puntos del Sudeste para momentos anteriores (Dorado 2019), lo que supone la conexión con tradiciones anteriores al ibérico pleno.

**Tabla 1.** Resultados mineralógicos obtenidos mediante difracción de Rayos X del conjunto cerámico analizado. (Abreviaciones minerales según Whitney y Evans 2010; C=Cocción: O=Oxidante, M=Mixto, R=Reductora)

| ID | TIPO | Ms | Prg | Amp | Gp | Qz | Kfs | Pl | MCal | Cal | Di | Wo | Dol | Gh | Hem | C | °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **B001** | Botella | 16,3 | 4,8 | 0 | 0 | 46,3 | 7,1 | 4,5 | 0 | 8,3 | 4,2 | 4,3 | 4,2 | 0 | 0 | M | 700-800 |
| **B002** | Plato | 7,8 | 4,1 | 0 | 0 | 32,9 | 15,6 | 15,1 | 0 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 4,5 | 1,8 | 2 | O | 700-800 |
| **B003** | Urna | 10,8 | 0 | 0 | 0 | 40,4 | 6,1 | 5,9 | 0 | 5,7 | 6,7 | 6,8 | 5,9 | 6,1 | 5,6 | O | 800-850 |
| **B004** | Urna | 10 | 0 | 0 | 0 | 51,2 | 6,2 | 8,4 | 0 | 7,8 | 6,8 | 5,8 | 0 | 0 | 3,8 | O | 800-850 |
| **B005** | Ánfora Pint | 10,3 | 0 | 0 | 10,9 | 38,6 | 4,3 | 8,6 | 0 | 10,6 | 5,1 | 3,8 | 3,8 | 0 | 4 | O | 800-850 |
| **B006** | Plato | 13,6 | 0 | 0 | 6,9 | 40,2 | 6 | 5,4 | 0 | 6,1 | 4,5 | 4,9 | 5,1 | 5,5 | 1,8 | O | 800-850 |
| **B007** | Botella | 4,5 | 0 | 0 | 0 | 36,6 | 7,1 | 7,5 | 0 | 8,4 | 8 | 7 | 5 | 9,9 | 6 | R | 800-850 |
| **B008** | Terrera | 26,2 | 6,3 | 0 | 0 | 41,6 | 7,5 | 7,2 | 0 | 7,1 | 4,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | R | 700-800 |
| **B009** | Ática | 5 | 0 | 0 | 0 | 34,9 | 7,4 | 8,8 | 0 | 5,3 | 7,3 | 7,4 | 5,8 | 6,1 | 5,6 | O | 900-950 |
| **B010** | Ática | 8,80 | 0 | 0 | 0 | 45,10 | 8,8 | 8,8 | 0 | 0 | 9,4 | 7,9 | 0 | 5,1 | 6,3 | O | 900-950 |
| **B011** | Terrera | 7,5 | 0 | 0 | 0 | 45,7 | 6,5 | 8,4 | 0 | 6,9 | 6,5 | 6,6 | 5,5 | 6,4 | 0 | M | 800-850 |
| **B012** | Terrera | 8,9 | 0 | 0 | 0 | 61,7 | 4,9 | 4,9 | 0 | 4 | 3,3 | 0 | 3,7 | 4,5 | 4,2 | M | 800-850 |
| **B013** | Terrera | 11,4 | 0 | 0 | 4,7 | 48,3 | 3,9 | 3,2 | 0 | 12,4 | 6,3 | 3,8 | 6,1 | 0 | 0 | O | 800-850 |
| **B014** | Terrera | 18,1 | 8 | 0 | 0 | 40,3 | 6,1 | 7,8 | 0 | 12,2 | 0 | 0 | 12,2 | 3,8 | 0 | M | 700-800 |
| **B015** | Terrera | 7,2 | 0 | 0 | 8,3 | 38,8 | 5,5 | 7,1 | 5,6 | 7 | 5,2 | 6,5 | 6,1 | 0 | 2,7 | O | 800-850 |
| **B016** | Terrera | 18 | 6,5 | 0 | 0 | 51,5 | 5,2 | 5,5 | 0 | 9,8 | 0 | 0 | 3,6 | 0 | 0 | M | 700-800 |
| **B017** | Terrera | 13,9 | 0 | 0 | 6,2 | 53,9 | 8,1 | 6,5 | 0 | 5,6 | 0 | 0 | 5,9 | 0 | 0 | O | 800-850 |
| **B018** | Lebes | 15,6 | 0 | 7 | 0 | 47,5 | 5,3 | 4,6 | 0 | 5 | 4,2 | 3,7 | 4,2 | 0 | 3,1 | O | 800-850 |
| **Grupo 1** | $\bar{X}$ | 12,51 | 1,86 | 0,44 | 2,31 | 44,72 | 6,58 | 6,91 | 0,35 | 7,63 | 4,39 | 3,67 | 4,74 | 2,37 | 2,07 | | |
| | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | |
| | σ | 5,44 | 2,95 | 1,75 | 3,74 | 7,44 | 2,66 | 2,71 | 1,40 | 2,52 | 2,50 | 2,77 | 2,73 | 3,20 | 2,17 | | |
| **Grupo 2** | $\bar{X}$ | 6,9 | 0 | 0 | 0 | 40 | 8,1 | 8,8 | 0 | 2,65 | 8,35 | 7,65 | 2,9 | 5,6 | 5,95 | | |
| | N | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| | σ | 2,69 | 0 | 0 | 0 | 7,21 | 0,99 | 0 | 0 | 3,75 | 1,49 | 0,35 | 4,10 | 0,71 | 0,49 | | |

### *2.2. Análisis mineralógicos mediante difracción de Rayos X (DRX)*

En cuanto a los resultados mineralógicos, éstos han permitido abundar acerca de la proveniencia de algunas de las producciones analizadas. Este es el caso de aquellas cerámicas que presentan paragonita, una mica que se ha identificado en producciones cerámicas y sedimentos localizados en torno a Sierra Nevada (Dorado 2019), y se trata de una fase cristalina bien definida para las béticas (Martín 1976). Del total de las 18 muestras analizadas, una cuarta parte de ellas posee esta fase mineral: B001, B002, B008, B014 y B016 (que oscila entre 3,8 % y el 8 %). A estas producciones locales, añadimos un segundo conjunto sin presencia de paragonita, conformado por las muestras B003, B004, B005, B006, B007, B011, B012, B013, B014, B015, B017 y B018. En términos generales, las muestras locales se caracterizan por la presencia de filosilicatos como la moscovita (12,05 %), además de la anteriormente mencionada paragonita para los casos específicos. La fase más abundante es el cuarzo (44,72 %) en todos los casos. Los feldespatos están representados por feldespáticos potásicos (6,59 %) y plagioclasas (6,91 %). Se han identificado fases de altas temperaturas como diópsido (4,3 %), wollastonita (3,67 %), gehlenita (2'37 %) y hematite (2,07 %). En el caso de B018 se ha identificado anfíbol (7 %). Por último, yesos (2,31 %), calcita (7,64 %) y manganocalcita (0,35 %) y dolomita (4,73 %) han sido identificadas como alteraciones deposicionales

aunque, como hemos visto, algunos de estos minerales estarían relacionados con la presencia de microfósiles en las materias primas.

Por otro lado, un segundo conjunto de materiales estaría representado por las cerámicas áticas. Estas producciones se caracterizan por la escasa presencia de filosilicatos, representadas por escasos porcentajes de micas (6,9 %). Como en los casos anteriores, el cuarzo representa la fase más abundante (40%) pero los feldespatos son aquí algo superiores, siendo el potásico (8,10 %) inferior a las plagioclasas (8,80 %). Las fases de alta temperatura son también mayores, representadas por el diópsido (8,35 %), wollastonita (7,65 %), gehlenita (5,60 %) y hematite (5,95 %). La calcita (2,65 %) y la dolomita (2,90 %) se han interpretado como fases secundarias.

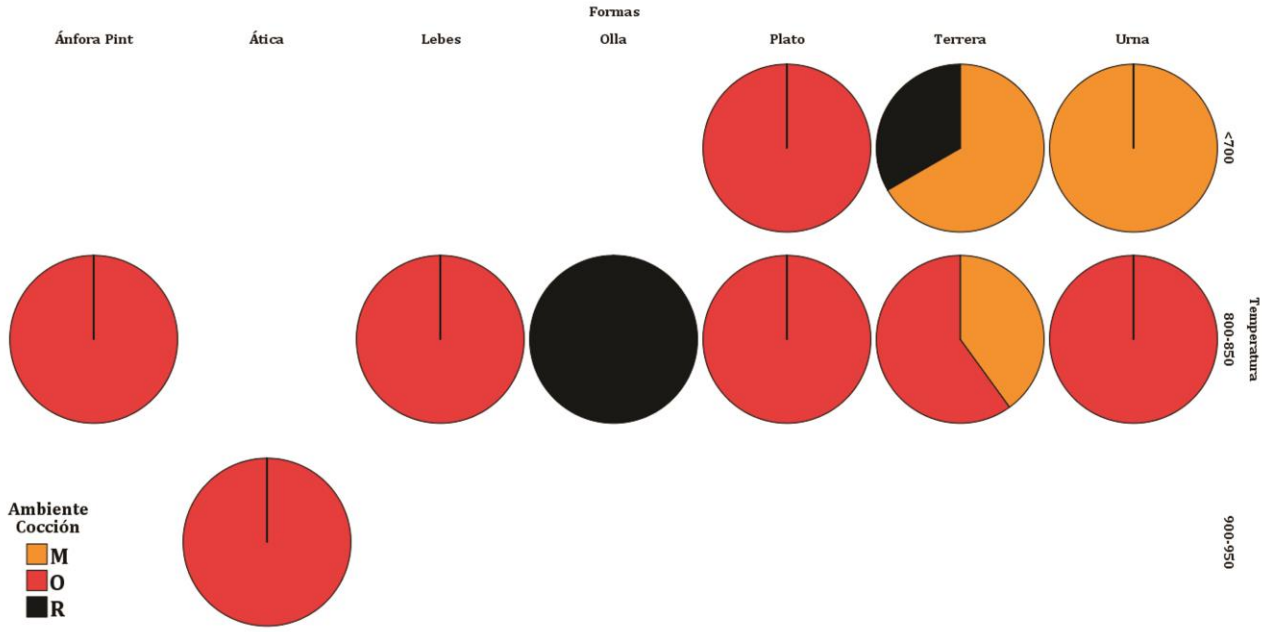



**Figura 5.** Diagrama en el que se representan las formas en relación a las temperaturas estimadas mediante difracción de Rayos X y los ambientes identificados macroscópicamente (M= Mixta, O=Oxidante, R=Reductor).

En relación a las temperaturas de cocción establecidas a partir de la identificación de las fases minerales, podemos hablar de tres rangos de temperatura (fig. 5). Por un lado, aquellas muestras que presentan paragonita, una mica que nos marca un techo calórico de 700° C, que es cuando ésta colapsa (Comodi & Zanazzi 2000), por lo que su presencia justifica temperaturas inferiores a esta cota, aunque las pequeñas fases de alta temperatura podrían justificar cotas ligeramente superiores, alcanzando por momentos temperaturas próximas a los 800/825º C, momento en que empezarían a formarse el diópsido y wollastonita (Maritan *et al.* 2006; Capel 1986: 116), e incluso antes la hematite (Trindade *et al.* 2009). Un segundo conjunto, con temperaturas ligeramente superiores, serían aquellas situadas entre los 800 y los 850º C, que mantienen micas y, además, tienen presencia de fases de alta temperatura. Las micas se destruyen en torno a los 800° C (Buxeda y Tsantini, 2009), y la presencia de Carbonato Cálcico, que se destruye a partir de los 850° C (Peters y Iberg 1978; Fanlo & Pérez 2011), debe entenderse como parte de las materias primas, vinculado a los elementos de origen bioclástico identificados mediante el análisis textural, aunque como hemos dicho podemos igualmente relacionar en parte con alteraciones deposicionales. Un último grupo se compone por las dos cerámicas áticas, que poseen cantidades elevadas y fases muy bien cristalizadas diópsido, wollastonita, gehlenita y hematite que, de hecho, constituyen el ca. 25% de la composición total. La presencia de micas (definidas como illitas) estaría justificada por soportar temperaturas entre los 900-950º C, como así se ha podido observar en estudios específicos de producciones áticas (Lühl *et al.* 2014).

Sin duda, algo que llama la atención de estos datos es la relación existente entre las atmósferas de cocción y las temperaturas alcanzadas en los hornos –estimadas mediante difracción de Rayos X–, observándose que las temperaturas más bajas concentran la mayor parte de las producciones realizadas en ambientes mixtos y reductores, a excepción del plato (B002). El incremento sustancial de las producciones oxidantes se desarrolla a partir del segundo conjunto, situado entre los 800-850º C, igualmente con excepción de una pequeña botella (B007). Estas cocciones oxidantes se reproducen hasta los 900-950º C estimados para las cocciones áticas, en concordancia con otros estudios realizados en el mediodía peninsular (Buxeda *et al.* 1999).

### *2.3. Análisis geoquímicos (pFRX)*

La caracterización geoquímica ha permitido aquilatar los grupos que conforman el estudio de una forma más precisa gracias a su tratamiento estadístico mediante ACP (tabla 2). Del conjunto se han extraídos tres componentes. El primero explica el 39,30% de la varianza, el segundo un 15,90 % de la varianza y el tercero un 11,74%, lo que supone un porcentaje acumulado del 66,94 %. En relación al peso específico de cada elemento en cada componente, para el primero destacan Ni (0,893), Fe (0,944), Cr (0,926) y Ti (0,937). Para el segundo componente destaca el peso de U (-0,782), Sc (0,599) y Ca (0,594). Para el tercero destacan Ca (-0,637), Th (0,558) y Sc (-0,555).

**Tabla 2.** Resultados geoquímicos obtenidos mediante pFRX (expresados en ppm).

| ID | Mo | Zr | Sr | U | Rb | Th | Pb | As | Zn | Cu | Ni | Co | Fe | Mn | Cr | V | Ti | Sc | Ca | K | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **B001** | 9,01 | 149,19 | 247,37 | 7,85 | 93,32 | 8,34 | 26,22 | 18,46 | 79,15 | 41,28 | 0 | 160,65 | 26069,83 | 149,58 | 99,8 | 79,94 | 1683,70 | 73,6 | 18615,48 | 14410,16 | 410,75 |
| **B002** | 9,98 | 149,51 | 253,98 | 5,82 | 102 | 9,49 | 26,3 | 17,18 | 77,2 | 36,55 | 0 | 141 | 26251,61 | 200,22 | 91,19 | 70,66 | 1459,47 | 66,45 | 17035,98 | 11248,51 | 385,45 |
| **B003** | 16,18 | 154,82 | 414,07 | 0 | 114,82 | 12,87 | 85,03 | 13,63 | 92,59 | 40,9 | 0 | 238,41 | 32390,94 | 217,3 | 97,43 | 59,86 | 1411,5 | 144,64 | 31059,47 | 13155,34 | 564,17 |
| **B004** | 12,72 | 143,58 | 365,38 | 0 | 97,28 | 9,81 | 76,06 | 13,56 | 78,26 | 46,58 | 0 | 0 | 27437 | 225,61 | 87,13 | 61,83 | 1437,29 | 121,72 | 32375,67 | 13453,64 | 302,73 |
| **B005** | 9,71 | 105,95 | 296,55 | 6,23 | 73,54 | 7,65 | 18,43 | 15,23 | 77 | 31,49 | 0 | 0 | 23252 | 176,81 | 88,46 | 63,43 | 1506,44 | 96,24 | 25644,28 | 14350,96 | 1148,47 |
| **B006** | 10,43 | 123,97 | 241,82 | 0 | 88,55 | 9,79 | 24,97 | 19,71 | 84,63 | 29,64 | 0 | 153,73 | 29734,72 | 157,52 | 87,46 | 89,52 | 1780,56 | 37,17 | 90541,11 | 13360,53 | 560,85 |
| **B007** | 9,46 | 140,16 | 433,37 | 0 | 79,65 | 9,36 | 28,25 | 8,53 | 56,69 | 33,82 | 0 | 163,25 | 24658,67 | 186,66 | 76,94 | 54,44 | 1319,09 | 137,52 | 40645,59 | 10910,51 | 0 |
| **B008** | 11,9 | 224,02 | 214,12 | 0 | 68,44 | 7,99 | 26,39 | 12,55 | 61,1 | 30,72 | 0 | 149,35 | 31375,73 | 264,23 | 98,48 | 74,48 | 1914,87 | 26,94 | 7458,17 | 12009,84 | 0 |
| **B009** | 7,1 | 145,53 | 370,12 | 0 | 117,76 | 7,66 | 16,22 | 24,97 | 112,11 | 56,45 | 164,45 | 173,56 | 43960,56 | 628,16 | 297,87 | 105,65 | 2582,65 | 91,04 | 28458,48 | 17153,73 | 0 |
| **B010** | 8,16 | 142,6 | 224,62 | 0 | 119,79 | 6,9 | 22,25 | 29,57 | 104,49 | 55,38 | 184,45 | 236,12 | 47036,69 | 514,84 | 299,49 | 94,75 | 2481,96 | 81,04 | 22255,61 | 14886,03 | 0 |
| **B011** | 9,99 | 127,25 | 466,35 | 0 | 98,64 | 9,71 | 71,28 | 12,52 | 87,09 | 36,13 | 0 | 170,62 | 28204,12 | 241,19 | 77,54 | 63,22 | 1530,88 | 119,92 | 29396,29 | 13130,93 | 373,35 |
| **B012** | 8,99 | 123,79 | 1177,84 | 0 | 116,2 | 9,97 | 28,16 | 17,86 | 96,23 | 41,12 | 0 | 179,67 | 32067,81 | 146,83 | 74,72 | 73,21 | 1731,99 | 31,95 | 9187,69 | 13599,3 | 336,06 |
| **B013** | 11,99 | 88,97 | 309,15 | 0 | 61,03 | 8,04 | 24,77 | 17,76 | 57,52 | 29,11 | 0 | 109,55 | 22681,98 | 192,43 | 70,06 | 51,94 | 1190,84 | 177,6 | 43004,98 | 13283,53 | 679,84 |
| **B014** | 9,25 | 116,14 | 533,53 | 0 | 103,46 | 13 | 44,72 | 6,75 | 83,88 | 37,9 | 0 | 137,36 | 27060,95 | 166,67 | 78,69 | 82,62 | 1639,14 | 89,77 | 24439,48 | 17567,63 | 295,02 |
| **B015** | 7,96 | 134,35 | 649,38 | 6,37 | 93,64 | 10,78 | 19,53 | 20,13 | 74,88 | 37,45 | 0 | 0 | 32612,57 | 333,65 | 88,77 | 98,43 | 1878,57 | 127,91 | 35031,92 | 15287,78 | 1796,31 |
| **B016** | 9,56 | 146,01 | 414,17 | 6,33 | 85,76 | 9,26 | 66,97 | 14,62 | 75,52 | 25,72 | 0 | 96,43 | 24799,99 | 76,57 | 74,34 | 77,43 | 1492,81 | 89,91 | 18610,33 | 14493,01 | 441,83 |
| **B017** | 9,05 | 140,45 | 213,21 | 5,78 | 100,12 | 11,72 | 21,15 | 23,65 | 93,64 | 33,4 | 0 | 102,15 | 33008,04 | 202,69 | 101,19 | 75,96 | 1908,05 | 31,32 | 7399,21 | 18920,37 | 1054,21 |
| **B018** | 7,79 | 156,05 | 200,53 | 8,95 | 102,43 | 11,3 | 27,43 | 19,62 | 85,52 | 38,02 | 0 | 113,94 | 31185,71 | 181,69 | 104,29 | 87,14 | 2229,23 | 48,11 | 11561,08 | 17075,83 | 386,35 |
| **Grupo 1** | 10,2516 | 139,0116 | 401,9316 | 2,9616 | 92,4316 | 9,9416 | 38,4816 | 15,7316 | 78,8116 | 35,6116 | 0 16 | 119,7616 | 28299,4816 | 194,9816 | 87,2816 | 72,7616 | 1632,1516 | 88,8016 | 22532,4816 | 14141,1216 | 545,9616 |
| | 2,08 | 29,20 | 243,57 | 3,54 | 15,59 | 1,63 | 22,68 | 4,43 | 12,04 | 5,48 | 0 | 68,62 | 3517,14 | 57,079 | 10,91 | 13,08 | 266,171 | 46,50 | 11918,57 | 2193,92 | 452,82 |
| **Grupo 2** | 7,632 | 144,062 | 297,372 | 0 | 118,772 | 7,282 | 19,232 | 27,272 | 108,302 | 55,912 | 174,452 | 204,842 | 4549 8,622 | 571,502 | 298,682 | 100,202 | 2532,312 | 86,042 | 25357,042 | 16019,882 | 0 2 |
| | 0,75 | 2,07 | 102,88 | 0 | 1,43 | 0,54 | 4,26 | 3,25 | 5,39 | 0,76 | 14,14 | 44,244 | 2175,15 | 80,13 | 1,14 | 7,71 | 71,199 | 7,077 | 4386,09 | 1603,51 | 0 |

Los resultados obtenidos nos permiten hablar de una producción local mayoritaria sólo salpicadas por las importaciones áticas que llegarían a *Basti* a través de la inmensa red de comunicaciones que supuso el Mediterráneo en la segunda mitad del I Mil AC. Sin embargo, se observan tres pequeñas agrupaciones que identificamos con distintas áreas de aprovisionamiento locales, variaciones que se marcan fundamentalmente en las distintas canti-

dades de sus componentes mayoritarios y que podría explicar, por un lado, la existencia de varios talleres locales y, derivado de ello –aunque no necesariamente–, la captación de materias primas procedentes de distintos barrancos y ríos que circundan al *oppidum*, como el río Gallego o el barranco de las Cuevas (fig. 6) como así ha indicado un estudio previo (Cultrone *et al.* 2011: 359). Así pues, un primer conjunto (B003, B004, B007, B011 y B013) se caracteriza por sus mayores cantidades de Ca (35296,40), y menores de K (12786,79), Fe (27074,54) y Ti (1377,92). Un segundo grupo, el más numeroso de las producciones locales (B001, B002, B005, B006, B008, B009, B010, B012, B014, B015 y B016), presenta las cantidades medias del conjunto local, siendo el más abundante el Fe (28136,13), seguido de K (14036,41), Ca (18341,94) y Ti (1676,39). Debe destacarse de este conjunto que a él se adscriben todas las producciones en las que se ha identificado paragonita. Por último, sólo compuesto por dos vasijas (B017 y B018), que se caracterizan por contener las mayores proporciones de Fe (32096,87), K (17998,10) y Ti (2068,64), siendo sus menores Ca (9480,14). Los restantes elementos de las producciones locales se ordenan del siguiente modo: S (545,96), Sr (401,93), Mn (194,98), Zr (139,01), Co (119,76), Rb (92,43), Sc (88,80), Cr (87,28), Zn (78,81), V (72,76), Pb (38,48), Cu (35,61), As (15,73), Mo (10,25), Th (9,94) y U (2,96). Con todo, podemos observar una cierta tendencia a usar unas arcillas respectos a otras, así en el primer grupo encuentran dos urnas y una botella; en el segundo, destacan los platos, el ánfora pintada y una pequeña botella y; en el tercero, un *lebes*. Los restantes materiales de las terreras (a excepción de las producciones áticas) se ubican predominantemente en el segundo de ellos (fig. 6).

Por último, las producciones áticas (B009 y B010), que presentan una composición muy similar entre sí, se caracterizan por tener los valores más altos en Fe (45498,62), seguidos de Ca (25357,04), K (16019,88) y Ti (2532,31). Los elementos menores se ordenan del siguiente modo: Mn (571,50), Cr (298,68), Sr (297,37), Co (204,84), Ni (174,45), Zr (144,06), Rb (118,77), Zn (108,30), V (100,20), Sc (86,04), Cu (55,91), As (27,27), Pb (19,23), Mo (7,63) y Th (7,28).

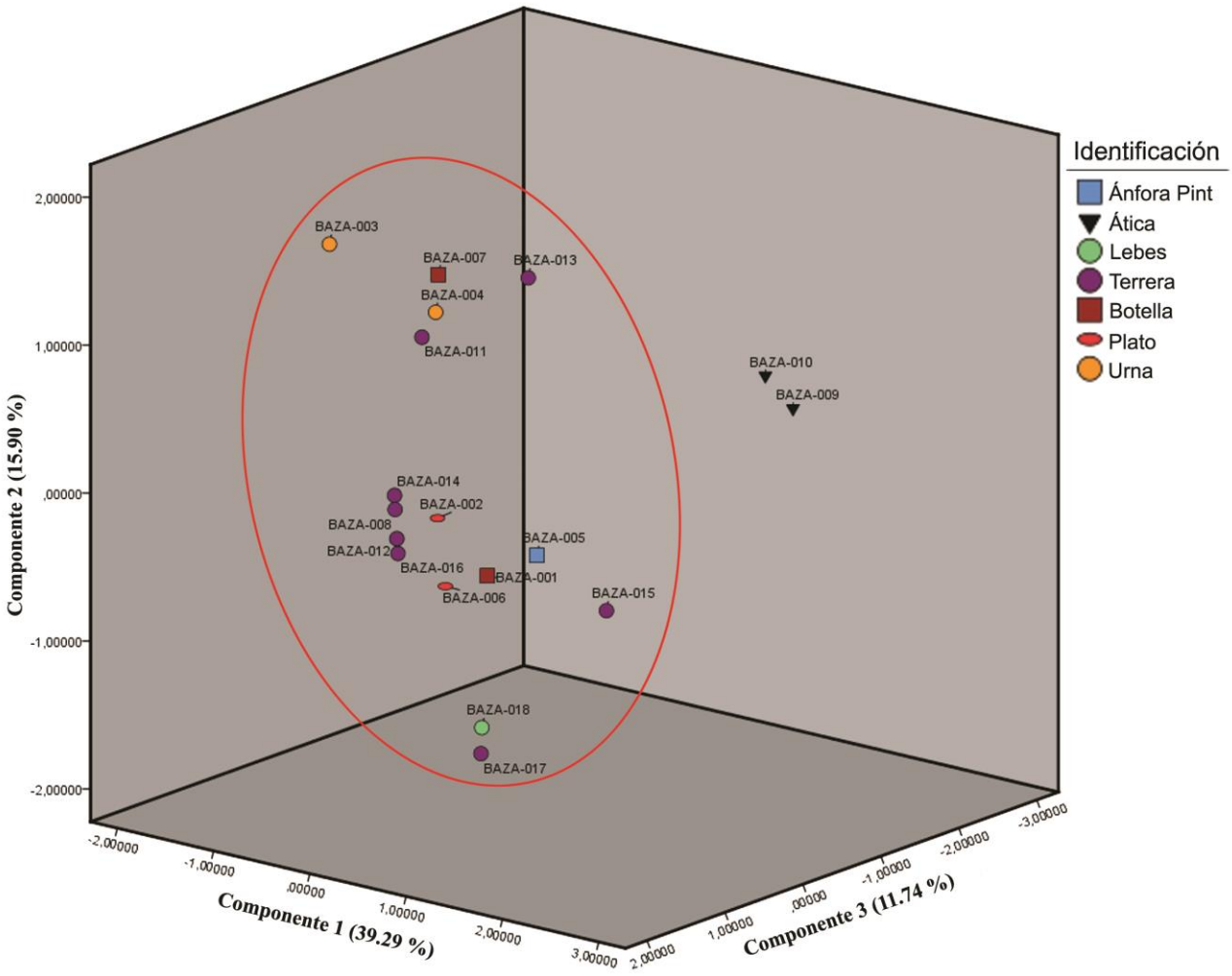



**Figura 6.** Diagrama en el que se presentan los resultados ACP obtenidos de la caracterización geoquímica del conjunto incluido en el estudio.

## 3. CONSIDERACIONES FINALES

La intervención llevada a cabo por personal del CEAB en la necrópolis del Cerro de Santuario ha dado a conocer unos materiales de gran relevancia para el conocimiento de las tradiciones vinculadas al ámbito de la muerte en los espacios funerarios ibéricos. Se trata de una de las mejores necrópolis ibéricas conservadas del mediodía peninsular, que además puede vincularse de manera directa con el *oppidum* correspondiente lo que, sin duda, supone un valor añadido al poder generarse un diálogo directo entre la ciudad de los vivos y la ciudad de los muertos. En relación a los materiales, estos son de gran interés e incrementan el conocimiento de la necrópolis en términos de manifestación artefactual.

Con todo, el trabajo que presentamos ha permitido identificar la proveniencia de los materiales asociados a la tumba 183 del Cerro Santuario del antiguo *oppidum* de Basti. En relación a las materias primas, se observa una selección de materiales que podemos hallar en el entorno de la necrópolis, una idea que abunda en los estudios realizados previamente (Cultrone *et al.* 2011), como así lo demuestran los fragmentos de foraminíferos que han podido ser identificados mediante macroscopía, a excepción de las producciones áticas. Estas producciones locales además poseen paragonita, identificada mediante difracción de Rayos X, una fase cristalina asociada al entorno a Sierra Nevada (Martín 1976) y que ha sido identificada en otras producciones cerámicas de la Vega de Granada y de Guadix-Baza (Dorado 2019). Asimismo, la presencia de micaesquistos y carbonatos (id. mediante macroscopía), abunda en esta idea.

Al comparar las distintas producciones, puede observarse el tratamiento diferencial que se ha realizado sobre las materias primas, como se observa en la variabilidad identificada en las cantidades de desgrasantes y que deben asociarse con diferentes funcionalidades. Las producciones áticas, por ejemplo, muestran proporciones inferiores a los 2-3% de desgrasantes, mientras que B009, que puede relacionarse con cerámicas destinadas a la producción de alimentos, presenta proporciones que ascienden al 15-20%. Sin embargo, debemos destacar que algunas una olla localizada en el interior de la tumba (B007), posee marcas de uso por exposición al fuego, como así lo demuestran los estriados que presenta en el matriz fruto de un continuo *shock* térmico, lo que podría ser indicativo de una selección de materiales que no habrían estado realizados *ex profeso* para formar parte de la tumba. Si bien, no descartamos la idea de que esta pequeña botella hubiera formado parte de las actividades desarrolladas en torno a la deposición del cuerpo del infante.

En cuanto a su manufactura, se trata en todos los casos de vasijas realizadas a torno (fig. 2b) y en ambientes de cocción oxidantes y mixtos. Los hornos que podemos asociar a estas producciones serían en todos los casos de tradición semítica, hornos bicamerales, en los que el combustible estaría separado de la cámara de cocción de las vasijas como el que podemos encontrar en el Cerro de los Infantes (Contreras *et al.* 1983) y que tendrán su desarrollo durante la fase ibérica (Coll Conesa 2000). Estos hornos habrían permitido la realización de vasijas cocidas en ambientes oxidantes y mixtos entre los 700-850° C para las cerámicas locales, siendo mayores para las cerámicas áticas (900-950° C), datos que están en concordancia con los resultados obtenidos en otras necrópolis ibéricas del sur peninsular (Adroher *et al.* 2023). Si bien, mediante la difracción de Rayos X se han identificado fases cristalinas vinculadas a alteraciones deposicionales, como son el carbonato cálcico (aunque sólo en parte), el yeso o la dolomita, y que deben relacionarse, con la cristalización de sales como consecuencia del ambiente sedimentario en que se encontraban insertas las vasijas.

Con todo, este trabajo es el primer conjunto de materiales procedentes de la necrópolis estudiados mediante parámetros analíticos por lo que, en un futuro, deberán ampliarse para dar respuesta a la proveniencia de los ajuares localizados en las tumbas bastetanas de una manera más amplia. Quizás, este hecho ayude a esclarecer los grupos humanos que pudieron estar formando parte de las actividades funerarias tras la deposición de los cuerpos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos "Propuesta para preparación de nueva solicitud a las próximas convocatorias María de Maeztu de la Unidad Científica de Excelencia «Archaeometrical Studies: Inside the artefacts & ecofacts» de la Universidad de Granada", financiado por el Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020), y el proyecto "Mejora de la investigación y externalización del Laboratorio de Arqueometría «Antonio Arribas Palau» Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada (EQC2018-004880-P)" financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España.

## BIBLIOGRAFÍA

Adroher Auroux, A. M., Roldán Díaz, A., Abelleira Durán, M., Muñiz Jaén, I., Fernández Ibáñez, C., Bashore Acero, C., Dorado Alejos, A., Caballero Cobos, A., & Román Muñoz, C. M. (2023): Ritual, deposición y procesos de alteración en una tumba de la necrópolis íbera de Los Collados de Almedinilla (Córdoba). *Lucentum*, (42), 75–105. https://doi.org/10.14198/LVCENTVM.22639

Adroher, A. M. y López, A. (1992): Reinterpretación cronológica de la necrópolis ibérica del Cerro del Santuario (Baza, Granada). *Florentia Iliberritana* 3: 9-37.

Adroher, A. M., Caballero Cobos, A, Ramírez Ayas, M. y Salvador Oyonate, J.A. (2022): Reexcavando una necrópolis clásica: el Cerro del Santuario de Baza (Granada). *El reflejo del poder en la muerte: la cámara sepulcral de Toya*. Universidad de Jaén: 345-370.

Aitchison, J. (1983): "Principal Component Analysis of Compositional Data". *Biometrika* 70 (1): 57-65. https://doi.org/10.2307/2335943

Aitchison, J. (1984): "Reducing the dimensionality of compositional data sets". *Mathematical Geology* 16 (6): 617-635. https://doi.org/10.1007/BF01029321

Antón Bertet, G., Vila Mas, R. y Vitoria, J. (1971): Contribución al estudio de cerámicas ibéricas por espectrografía de Rayos X. *Química e industria: QeI* 10: 51.

Baxter, M. J. (1994): *Exploratory Multivariate Análisis in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Baxter, M. J. (2003): *Statistics in Archaeology*. London: Arnold publishers.

Buxeda i Garrigós, J., Cau Ontiveros, M. Ángel, & Gracia Alonso, F. (1999): Caracterización arqueométrica de la cerámica ática del palacio-santuario de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz). *Trabajos De Prehistoria*, *56*(1), 157–168. https://doi.org/10.3989/tp.1999.v56.i1.297

Buxeda, J. y Tsantini, E. (2009) "Les àmfores ibèriques del derelicte de Cala San Vicenç i la seva contrastació amb les àmfores de la Palaià Polis d'Empúries: Evidències des de la seva caracterització arqueomètrica". En Nieto, X. & Santos, M. (Eds.): El vaixell grec arcaic de Cala San Vicenç: 373-392. Monografies del CASC 7.

Caballero Cobos, A. (2008): Basti ibérica. En A. M.ª Adroher Auroux, J. Blánquez Pérez (eds.): *Ier Congreso Internacional de Arqueología Ibérica Bastetana* (VARIA 9): 299-315.

Caballero Cobos, A., Adroher Auroux, A. M., Ramírez Ayas, M., Salvador Oyonate, J.A., Sánchez Quirante, L. (2013): Nueva tumba, de inhumación infantil, en la necrópolis ibérica de Cerro del Santuario (Baza, Granada). Resultados preliminaries. *Bastetania* 1: 115-131.

Caballero Cobos, A., Salvador Oyonate, J. A. y Adroher Auroux, A. M. (2015): Perduración simbólica en el uso de una necrópolis ibérica. El edificio funerario de Cerro del Santuario (Baza, Granada). *Lvcentum* 34: 247-260. https://doi.org/10.14198/LVCENTVM2015.34.10

Capel Martínez, J. (1986): Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha. *Oretum* 2: 53-153.

Chung, F. (1974): "Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns of mixtures. I. Matrix-Flushing method of quantitative multicomponent analysis". *Journal of Applied Crystallography* 7: 519-525. https://doi.org/10.1107/S0021889874010375

Coll Conesa, J. (2000): Aspectos de tecnología de producción de la cerámica ibérica. Saguntum 3: 191-209.

Comodi, P., Zanazzi, P. (2000). Structural thermal behavior of paragonite and its dehydroxylate: a high-temperature single-crystal study. *Physics and Chemistry of Minerals* 27: 377–385. https://doi.org/10.1007/s002690000085

Contreras Cortés, F., Carrión Méndez, F. y Jabaloy Sánchez, E.M. (1983): Un horno de alfarero protohistórico en el cerro de los Infantes (Pinos Puente, Granada). *XVI Congreso Arqueológico Nacional*: 533-538. Zaragoza.

Cultrone, G., Molina, E., Grifa, C. y Sebastián, E. (2011): Iberian ceramic production from Basti (Baza, Spain): first geochemical, mineralogical and textural characterization. *Archaeometry* 53 (2): 340–363. https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00545.x

Dorado Alejos, A. (2019): *Caracterización de las producciones cerámicas de Andalucía Oriental y el Sudeste de la Península Ibérica: del Bronce Tardío al Hierro Antiguo (1550/1500 – 550 cal AC)*. Granada: Universidad de Granada. http://hdl.handle.net/10481/55777

Dorado Alejos, A. (2022): "Obtaining Information From Ceramics: A Polyhedral Perspective". En Dorado Alejos, A., Murillo-Barroso, M., Contreras Cortés, F. (Eds.): *New insights in ceramic y metallurgical technologies*: 17-60. Granada: Universidad de Granada.

Dorado Alejos, A., Gámiz Caro, J., Adroher Auroux, A. M. y Coria Noguera, J.C. (2017): Vasos para el muerto. Estudio mineralógico de las vasijas de la tumba infantil del Cerro Santuario (Baza, Granada). En Álvaro, A. I. y Sarró, M. I. (Eds.): *XII Congreso Ibérico de Arqueometría*: 76. Burgos: CENIEH - SAPaC.

Glasckoc, M. D. (1992): "Neutron Activation Analysis". En Neff, H. (Ed.): *Chemical characterization of ceramic pastes in archaeology*: 11-26. Madison: Prehistory Press.

González Miguel, E. M. (2012): Estructuras funerarias de la necrópolis de Cerro del Santuario (Baza, Granada). *Arqueología y Territorio* 9: 117-130. https://doi.org/10.5281/zenodo.3773999

Fanlo Loras, J. y Pérez Lambán, F. (2011): Consecuencias de la incorporación de carbonato cálcico en el material cerámico. *Estrat Crític: Revista d'Arqueologia* 5, 3 (Ejemplar dedicado a: Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica, JIA (3as: 5-7 de mayo 2010 : UAB)), págs. 61-68

Lühl L, Hesse B, Mantouvalou I, Wilke M, Mahlkow S, Aloupi-Siotis E, Kanngiesser B (2014) Confocal XANES and the Attic black glaze: the three-stage firing process through modern reproduction. Analy Chem 86:6924–6930. https://doi.org/10.1021/ac500990k

Maritan, L., Nodari, L., Mazzoli, C., Milano, A. y Russo, U. (2006): Influence of firing conditions on ceramic products: Experimental study on clay rich in organic matter. *Applied Clay Science* 31 (1–2): 1-15. https://doi.org/10.1016/j.clay.2005.08.007

Martín Ramos, J.D. (1976): Las micas de las cordilleras béticas : zonas internas. Granada: Universidad de Granada. Granada: Universidad de Granada. http://hdl.handle.net/10481/25985

Martín Ramos, J.D. (2006): XPowder. Programa para análisis cualitativo y cuantitativo por Difracción de Rayos X. *MACLA* 4-5: 35-44.

Moore, D. y Reynolds, R. (1989): *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*. Oxford: Oxford University Press.

Moreno Padilla, M.I. (2019): *Decoración vascular y significación social en los territorios íberos. Los estilos y grupos pictóricos de la cerámica a torno del alto guadalquivir (siglos VI a.N.E. - I d.N.E.)*. Universidad de Jaén. https://hdl.handle.net/10953/1171

Pereira, J., Chapa, T. y Madrigal, A. (2001): Reflexiones en torno al mundo funerario de la Alta Andalucía durante la transición Bronce Final-Hierro I. *SPAL* 10: 249-273. https://doi.org/10.12795/spal.2001.i10.17

Peters, T. y Iberg, R. (1978): Mineralogical changes during firing of calcium-rich brick clays. Ceram. Bull., 57: 503-509.

Presedo Velo, F. J. (1973): La Dama de Baza. El yacimiento del Cerro del Santuario. *Trabajos de Prehistoria* 30: 151-216.

Presedo Velo, F. J. (1982): *La necrópolis de Baza*. Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes, Archivos y Bibliotecas, Subdirección General de Arqueología y Etnografía, Madrid.

Solard, B., Amicone, S., Aloupi-Siotis, E., Heinze, L., Berti, F., Lambrugo, C. y Berthold, C. (2023): Back to black: a mineralogical and chemical characterisation of Atticising fourth century BCE black gloss ware. *Archaeol Anthropol Sci* 15 (135). https://doi.org/10.1007/s12520-023-01822-4

Trindade, M.J., Dias, M.I., Coroado, J. y Rocha, F. (2009): Mineralogical transformations of calcareous rich clays with firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal. *Applied Clay Science* 42 (3–4): 345-355. https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.02.008

Whallon, R. (1990): "Defining structure in clustering dendrograms with multilevel clustering". En Voorips, A. y Ottaway, B. (Eds.): *New tools for mathematical Archaeology*: 1-13. Cracow: Polish Academy of Sciences.

Whitney, D.L. y Evans, B.W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist* 95: 185–187. https://doi.org/10.2138/am.2010.3371

# LOS UNGÜENTARIOS DE ÉPOCA HELENÍSTICA EN *GADIR/GADES*. APUNTES SOBRE SU PROCESO DE FABRICACIÓN

**M.ª Reyes López Jurado***
**Antonio M. Sáez Romero****
**Susana Ruiz Aguilar*****

**RESUMEN**

Los ungüentarios helenísticos formaron parte frecuentemente del ritual y los ajuares funerarios de la necrópolis tardopúnica de *Gadir*, entre los siglos III a.C. y I a.C. Numerosas intervenciones arqueológicas realizadas en el entorno de la bahía gaditana, y en especial aquellas realizadas en los alfares, sugieren que casi todos los tipos utilizados fueron usualmente de fabricación local. La evolución tipológica de los ungüentarios fue inicialmente definida en los años 1980s, aunque los estudios más recientes han permitido proponer un panorama mucho más complejo y matizado, y dar lugar a una revisión significativa de la cronología. Los diferentes tipos de ungüentarios encontrados en la Bahía de Cádiz fueron aparentemente el resultado de diversas influencias (formales y culturales) provenientes del mundo mediterráneo oriental y central, testimoniando la integración de *Gadir/Gades* en las modas rituales en boga en la etapa helenística. Al margen de esta aproximación convencional a su estudio, los aspectos tecnológicos y la cadena operativa de fabricación de estas piezas ha sido también un objetivo en nuestra investigación. Combinando el examen macroscópico, arqueométrico y la experimentación etnoarqueológica, se proponen algunas primeras reflexiones y resultados sobre aspectos hasta ahora no abordados como los procesos artesanales y las técnicas específicas empleadas en los talleres alfareros locales para la elaboración de estos pequeños recipientes. Estos aspectos permiten además completar la visión histórica actual sobre estos recipientes, complementando los datos relativos al ciclo producción-comercialización, y a la función que tuvieron los ungüentarios helenísticos como parte de la vida cotidiana y los rituales funerarios de la *Gadir* tardopúnica y la *Gades* republicana.

***Palabras clave: Cerámica, arqueología experimental, cultura material, ajuar funerario.***

**ABSTRACT**

Hellenistic unguentary vessels frequently formed part of the ritual and funerary offerings of the Late Punic necropolis of *Gadir* between the 3rd and 1st centuries BC. Numerous archaeological excavations carried out in the area around the bay of Cadiz, especially those in the potteries, suggest that almost all the types used were usually of local manufacture. The typological evolution of the ointments was initially defined in the 1980s, although more recent studies have made it possible to propose a much more complex and nuanced picture, leading to a significant revision of the chronology. The different types of ointments found in the Bay of Cadiz were apparently the result of diverse influences (formal and cultural) from the eastern and central Mediterranean world, testifying to the integration of *Gadir/Gades* into the ritual fashions in vogue during the Hellenistic period. Apart from this conventional approach to their study, the technological aspects and the operational chain of manufacture of these pieces has also been an objective of our research. Combining macroscopic and archaeometric examination with ethnoarchaeological experimentation, we propose some initial reflections and results on aspects that have not yet been addressed, such as the craft processes and specific techniques used in the local pottery workshops for the production of these small vessels. These aspects also make it possible to complete the current historical view of these vessels, complementing the data relating to the production-trade cycle and the function that Hellenistic unguentary vessels had as part of everyday life and funerary rituals in late Punic *Gadir* and Republican *Gades*.

***KEYWORDS: Pottery, experimental archaeology, material culture, grave goods.***

* Universidad de Sevilla, Departamento de Prehistoria y Arqueología. Contratada predoctoral PIF del VI-PPITUS. Email: mljurado@us.es, https://orcid.org/0000-0003-1085-3085
**Universidad de Sevilla, Departamento de Prehistoria y Arqueología. Profesor Ayudante Doctor. https://orcid.org/0000-0001-7071-9748
*** Arqueóloga y ceramista. Email: susanaruizaguilar@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

Los "ungüentarios helenísticos" fueron un elemento de ajuar funerario muy común en la necrópolis de *Gadir/Gades* entre los siglos III y I a.C., aunque no sólo se documentan en estos ambientes en el marco de la bahía gaditana. Sin embargo, el destacado conjunto de piezas recuperado a lo largo de las últimas décadas está escasamente representado en la investigación de la necrópolis tardopúnica de la ciudad de Cádiz, con pocas investigaciones específicas al respecto, tanto desde una perspectiva meramente tipológica como orientadas al análisis contextual de los puntos de hallazgo. A mediados de los 1980s el crecimiento de las intervenciones preventivas en la ciudad de Cádiz hizo posible plantear una primera propuesta tipológica preliminar (Figura 1) (Muñoz, 1986), pero desde entonces no se han elaborado nuevos trabajos monográficos al respecto, y apenas en fechas recientes se han dado a conocer diversas puntualizaciones sobre la cronología e influencias foráneas de algunos tipos o series de producción local (Sáez, 2008; Sáez y López, 2022).

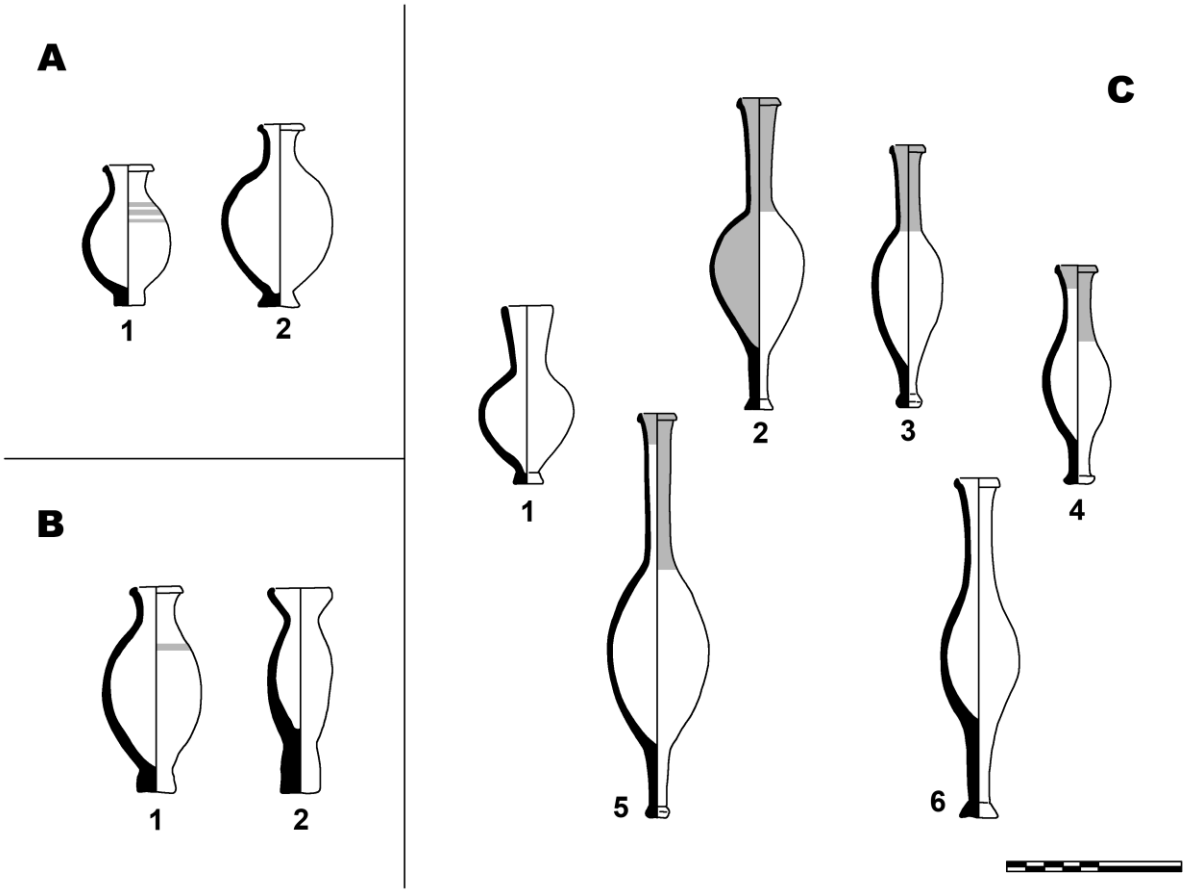



**Figura 1**. Tipología establecida por Muñoz (a partir de Muñoz, 1986).

Para paliar esta situación, y dado el innegable interés de este grupo cerámico para el análisis del mundo funerario de *Gadir/Gades*, se planteó un pequeño proyecto específico, que ha sido impulsado por uno de nosotros (MRLJ) desde el año 2019. A partir del análisis de los ítems depositados en el Museo de Cádiz, el objetivo principal de la investigación desarrollada en torno a los ungüentarios helenísticos fue el de unificar y actualizar la información que se tenía acerca de estas piezas encontradas en la extensa área de necrópolis de la ciudad antigua tanto para la época tardopúnica como para el periodo romano republicano. Mediante su estudio hemos tratado de realizar una actualización de su sistematización formal, a través de una nueva ordenación tipológica, pero también se ha atendido a revisar la cronología de estas series y tipos, en la medida de lo posible introduciendo una variable (evidente pero infrautilizada hasta ahora) como la información de los contextos de hallazgo, funerarios, artesanales o de cualquier tipo. Se ha generado por tanto una rica documentación gráfica y fotográfica, y se han recabado las informaciones disponibles relativas a los contextos de hallazgo. Esta última labor ha requerido, además de la consulta de las publicaciones referidas a excavaciones en la bahía con referencias a este tipo de materiales, de los numerosos informes administrativos inéditos de intervenciones arqueológicas en la ciudad de Cádiz (gracias a la disponibilidad del archivo de la Delegación Provincial de Cultura en Cádiz, a cuyos responsables agradecemos las facilidades dadas durante el proceso de consulta).

La recopilación de la información relativa a los ungüentarios, tanto la derivada propiamente de las piezas como la contextual, ha permitido afrontar su estudio desde diversas vertientes metodológicas y con el objetivo de contestar a diferentes preguntas históricas, entre las cuales está el análisis de las técnicas y procesos de fabricación. El examen directo pormenorizado realizado durante la documentación gráfica de la colección del Museo de Cádiz (que incluyó tanto dibujo arqueológico como fotografías) permitió observar las piezas con mucho detenimiento, revelando detalles y pistas sobre cómo habían sido producidas. Estos datos se han combinado con la información, fundamentalmente proporcionada por los contextos alfareros, sobre los procesos de selección y tratamiento de las arcillas locales, las estructuras y características de las cocciones (estructuras, temperaturas, atmósferas, etc.), y la presencia de descartes o desechos, muy informativos respecto al "control de calidad" de determinadas series.

Además de este trabajo de revisión de materiales y bibliografía, se han realizado algunos ensayos preliminares de fabricación de ungüentarios, volcando toda la información obtenida anteriormente en la realización de pruebas experimentales llevadas a cabo por una alfarera, las cuales han dado resultados muy positivos.

## 2. LOS UNGÜENTARIOS GADITANOS. TIPOLOGÍAS Y ENCUADRE HISTÓRICO.

Como se ha señalado anteriormente, las diversas series de *unguentaria* locales fueron fabricadas, aproximadamente, entre avanzado el siglo III a.C. y la primera mitad del I a.C., aunque queda aún terreno por explorar para determinar si la producción de época tardorrepublicana se extendió aún más allá o fue sustituida por importaciones y por la llegada en cantidades significativas de ungüentarios de vidrio soplado. Sea como fuere, los productos gaditanos fueron utilizados habitualmente (aunque no en exclusiva) en los rituales funerarios de la necrópolis gadirita, depositados como parte de los ajuares funerarios o amortizados como parte de ceremonias postdeposicionales en el interior de fosas, pozos y otros contextos. Hasta el momento la literatura científica ha asumido la nomenclatura de "ungüentarios helenísticos" por su cronología genérica y su hipotético uso principal como contenedores de ungüentos, aceites o perfumes, pero también por tratarse de elementos ajenos a la tradición local que aparentemente se inscriben en una "koiné helenística" de amplia difusión por todo el mundo Mediterráneo en la época y también sus periferias.

Un variado elenco de comunidades utilizó y/o produjo, especialmente a partir del tramo final del siglo III a.C., este tipo de objetos. Sin hacer un recorrido exhaustivo por este enorme espacio ni por la bibliografía disponible, encontramos que este tipo de piezas han sido identificadas y sistematizadas en numerosos yacimientos de la Península Ibérica, resaltando los casos de Ampurias (Almagro Basch, 1953), Ibiza (Rodero, 1980: 21), El Cigarralejo (Cuadrado, 1977), Baria (Almagro Gorbea, 1984), Málaga (Martín y Pérez-Malumbres, 1999), y la necrópolis de Puente de Noy (Molina y Bañón, 1983). Fuera del ámbito peninsular, y en conexión con las formas y usos documentados en *Gadir*, cabe mencionar que también se han hallado este tipo de piezas en diversos puntos clave del Mediterráneo antiguo, como Cartago (Cintas, 1950; Vegas, 1999) o Atenas (Rotroff, 2006), aportando seriaciones de referencia y algunas reflexiones de interés sobre su manufactura, el uso de diferentes técnicas de moldeado y cocción, la distribución de diversas clases fuera del ámbito local, etc. La impresión que ofrece una panorámica mediterránea general, basada en estos cimientos y otros muchos puntos, es que casi en cada lugar se pueden identificar variantes y adaptaciones particulares de las tendencias "globales", es decir, que de cada yacimiento se podría elaborar una tipología con matices más o menos acusados respecto a las demás, tanto en cuestiones morfométricas como cronológicas o funcionales. Esto responde a que, salvo en relación a series exportadas en circuitos amplios (análogos a los de los boles de relieves, *lagynoi* o el propio barniz negro itálico), los ungüentarios generalmente fueron producciones locales cuyas características y estándares obedecieron a unas tendencias o "modas" diferentes en cada yacimiento o zona del Mediterráneo antiguo. En cualquier caso, esto no es óbice para que se detecten ciertos parámetros generales "globalizados" al definir la evolución de las formas esenciales de los principales repertorios regionales. A modo de ejemplos de ello, se observa que las piezas globulares, generalmente más antiguas, se fueron achatando con el tiempo, dando lugar a formas ovoides; a su vez, principalmente a lo largo de los siglos II-I a.C. estos prototipos se alargaron y estilizaron aún más, definiendo perfiles fusiformes, con extremos más o menos desarrollados, bases de diversas tipologías, etc.

La Bahía de Cádiz se inscribe plenamente en este marco general mediterráneo, participando tardíamente de la producción y uso de estos ítems, en un momento en el cual su uso era ya habitual en casi todos los rincones urbanos y rurales del área central y oriental. Se repiten, además, parámetros básicos relativos al "ciclo vital" de las piezas y a sus contextos de uso. Los registros arqueológicos disponibles indican que en *Gadir/Gades* la función de estos recipientes fue prioritariamente funeraria, formando parte del ajuar funerario, acompañando a los difuntos en el viaje (quizá como objeto con un uso concreto en el ritual deposicional, o dirigido a su utilización en la vida de ultratumba). Su aparición es particularmente frecuente en las inhumaciones realizadas en fosas excavadas en el

suelo, de diversa tipología y con distintos tipos de cubiertas. Su presencia dentro de las fosas permite sospechar que estos recipientes serían usados en el ritual pre- o deposicional, en el marco de los diversos actos que se llevarían a cabo durante el sepelio, como recipientes de ungüentos, aceites o sustancias de base generalmente oleosa, que serían vertidos sobre el difunto o simplemente colocados a su alrededor como ofrenda para el tránsito y el "más allá". Sin embargo, como ya señalamos, ungüentarios de diversos tipos aparecen también en contextos domésticos, cultuales e incluso artesanales (no ligados a la actividad alfarera), lo que -como en el caso de las ánforas- subraya que lo valorado socialmente eran sus contenidos perfumados, que eran parte de la vida de los habitantes de la bahía para múltiples propósitos (higiene y aseo personal, objetos votivos o ceremonias religiosas, etc.).

Debido a sus características formales (muchos carecen de base o puntos de apoyo como vasos) y a la naturaleza de sus contenidos, cabe sospechar también que la fase de producción de los ungüentarios cerámicos locales y su posterior rellenado, venta y uso (especialmente su amortización funeraria o votiva) debieron ser momentos cercanos en el tiempo, y que se trató en general (y particularmente las series de los siglos II-I a.C.) de objetos de "vida corta". Por ello, precisar la cronología de producción ha sido un objetivo prioritario del proyecto, dadas sus implicaciones para poder situar con mayor precisión la eclosión, evolución y caída en desuso de cada serie local, y también para contribuir en el mismo sentido a la datación de los enterramientos y otros contextos de proveniencia, ya que pocas veces cuentan con más indicadores o información adicional. Como trataremos más adelante, para establecer una cronología aproximada y matizar cuestiones formales se ha recurrido a otro de los conjuntos de contextos en el que aparecen estas piezas en la Bahía de Cádiz, los alfares, que en general han tenido en las últimas décadas un proceso de excavación, investigación y publicación más detallado que otras áreas de la bahía.

El contexto histórico en el cual se sitúan la aparición, apogeo y el declive del uso de los ungüentarios cerámicos es también significativo respecto de su manufactura. La ciudad de *Gadir* a lo largo del siglo III a.C. probablemente recibió una creciente influencia cartaginesa, generalizada sobre el oeste del Mediterráneo y su periferia atlántica, que sería aún más acusada en el último tercio de la centuria tras el desembarco de Amílcar Barca y su proyecto expansionista. Probablemente a través de este filtro, se observa una creciente dinámica de integración en las tendencias helenísticas generalizadas en todo el Mediterráneo en diversos aspectos de la economía, la cultura, etc., con todo tipo de manifestaciones materiales. Esto alteró significativamente el patrón de consumo de diferentes productos, así como la producción local de nuevos elementos que satisficieran la demanda que no podía cubrir un mercado de importaciones limitado como el de la *Gadir* de la época.

Asociada a este fenómeno parece estar la introducción del uso de ungüentarios de "tipo helenístico" (al menos regular, a gran escala), es decir, pequeños recipientes con morfologías específicas que contenían, hipotéticamente, perfumes, aceites o ungüentos, y que a partir de esos momentos se documentan en la necrópolis de *Gadir* formando parte de los ajuares funerarios. Los datos disponibles señalan que las piezas más antiguas que se encuentran en los enterramientos corresponden a formas globulares, cuidadas, las cuales suelen tener unas pastas depuradas, paredes finas y buenos acabados, usualmente portando bandas rojas pintadas decorando las piezas al exterior (en consonancia con otros vasos coetáneos también documentados tanto en la necrópolis como en los alfares locales: López de la Orden et al., 2015). Siguiendo la propuesta tipológica de Muñoz (1986), este grupo correspondería *grosso modo* al tipo A2, detectándose posibles importaciones púnicas centromediterráneas que quizá habrían estimulado y facilitado su versionado local. Es en la segunda mitad del siglo III a.C., seguramente tras el desembarco de los Barca en *Gadir*, cuando empiezan a ser frecuentes estas formas del grupo A de Muñoz, sobre todo la A2, según apuntan los registros de los alfares gadiritas anteriormente comentados. Esta serie encuentra paralelos en los registros de Cartago, correspondiendo a la forma 38bis de Cintas, que se data en la metrópoli centromediterránea entre los siglos IV y III a.C. (Cintas 1950). No parece casual que otros grandes cambios en la economía y costumbres locales se operasen también en este periodo. Entre ellos, el establecimiento en *Gadir* de una ceca, paso quizá relacionado con una progresiva reintegración en las rutas mediterráneas que habría permitido un mayor movimiento económico y comercial. Además, también se detecta un uso ritual de la moneda, incluyéndolas dentro del ritual funerario (Arévalo y Moreno, 2016: 99-100).

Tras la conquista romana (206 a.C.), en los dos primeros tercios del siglo II a.C. se habría producido una generalización del uso de estos ítems como parte del ajuar funerario. Las tipologías evolucionan aparentemente a partir de las formas globulares anteriores, dando lugar a formas generalmente más pequeñas y ovoides, integradas en los tipos B1 y, quizás, A1. Se aprecia una cierta continuidad en la producción local, que se puede rastrear también en otros materiales cerámicos como las ánforas o la vajilla de mesa, entre los cuales progresivamente se van dando cambios, pero con una tónica general de tipologías aún de tradición púnica local. Los cambios vinieron determinados sobre todo por la creciente introducción de importaciones itálicas, que se hacen comunes en los repertorios tanto domésticos como cultuales o funerarios.

A partir del último tercio del siglo II a.C. parece potenciarse aún más del uso de ungüentarios en los ajuares funerarios locales, predominando las formas de extremos alargados correspondientes a versiones del tipo C6 de Muñoz, siendo muy frecuentes en las inhumaciones (aparentemente el tipo de ritual funerario predominante de la época) de la necrópolis de *Gades*. El creciente índice de romanización de la cultura material usada en la bahía que se detecta desde mediados del siglo II a.C., y el éxito de estos pequeños contenedores, debieron contribuir a la diversificación tipológica de la producción local, así como a la proliferación de importaciones foráneas (notablemente itálicas). La mayor parte de ellas se inscriben en las formas que Muñoz englobó en su tipo C, aunque no definidas completamente, por lo que se deberá hacer una revisión exhaustiva de estos tipos para clarificar su evolución y datación concreta. En cualquier caso, en la primera mitad del siglo I a.C. parece que se mantuvo el uso de algunas variantes de ungüentarios fusiformes del grupo C de Muñoz, pero al mismo tiempo se documenta la irrupción en los contextos locales de ungüentarios "de bulbo" o con cuerpos piriformes y de base plana, que parecen acompañar a las primeras importaciones realizadas en vidrio soplado, que serán muy populares en las áreas funerarias del periodo imperial. No por casualidad también se observan para este momento cambios en el ritual, pasando a ser frecuente la cremación secundaria. Encontramos algunos casos de usos de ungüentarios de tipo fusiforme con extremos largos (forma C6 de Muñoz) amortizados en estas cremaciones secundarias del siglo I a.C. (Blanco, 2008), por lo que estas piezas serían las últimas fabricadas localmente siguiendo los "esquemas helenísticos". En este trabajo nos ceñiremos a la problemática planteada por las series anteriores a esta extinción definitiva de la tradición prerromana mediterránea, dejando para futuros trabajos el abordar el examen de la problemática específica de la fase tardorrepublicana-augustea.

## 3. LA PRODUCCIÓN LOCAL DE UNGÜENTARIOS.

### *3.1. Los alfares de la Bahía de Cádiz. Descartes, desechos y otros indicadores.*

Como ya hemos mencionado, los registros arqueológicos de los alfares cercanos a la ciudad de *Gadir/Gades*, hallados principalmente en el actual término municipal de San Fernando, han aportado pruebas de la producción local de varias de las principales series de *unguentaria* y un valioso cimiento cronológico para su investigación, dado que sus contextos estratigráficos permiten establecer dataciones relativamente precisas y fiables. Estos contextos de producción han aportado algunos indicadores de la manufactura de ungüentarios globulares de las formas del tipo A de Muñoz (1986), en contextos con una datación situada en torno a finales del siglo III a.C. y el primer cuarto del siglo II a.C. en el taller de Torre Alta (Sáez 2008: 140-143, 309), el complejo alfarero de la calle Luis Milena (Sáez 2008: 356-365; Bernal et al. 2011: 170), así como el enclave de Campo del Gayro (Sáez 2008: 400-409). Por su parte, en el alfar de la calle Asteroides, también en San Fernando, se documentaron indicios de la fabricación de ungüentarios de tipo fusiforme (C6 de Muñoz), fechándose esta producción entre la segunda mitad del siglo II y los inicios del siglo I a.C. (Sáez 2008: 391-400). Se trata, muy probablemente, de apenas una pequeña muestra del volumen de producción total, debiendo estar implicados en la producción de estos pequeños contenedores la mayoría de los talleres situados en este entorno suburbano. La datación de los contextos más antiguos en los cuales se comprueba la producción local se sitúa avanzado el siglo III a.C., por lo que no parece que la demanda local anterior fuese suficiente para generar una respuesta proporcional en los centros artesanales. Por ello, aunque Muñoz propuso una introducción y uso regular de los ungüentarios helenísticos en la bahía el siglo IV a.C. (Muñoz 1986: 520), no parece que al menos la producción local alcanzase niveles significativos probablemente hasta el interludio bárquida.

Aún no se han detectado indicios claros de producción de ungüentarios en el extremo norte de la isla de *Kotinoussa*, donde se concentran la mayoría de los enterramientos tardopúnicos, si bien es cierto que los talleres alfareros estudiados esta parte del archipiélago gadirita han sido objeto de estudios parciales en cuanto a los repertorios materiales asociados. Sin embargo, se ha interpretado que el horno hallado en la calle Troilo de la ciudad de Cádiz habría estado enfocado a una producción de cerámica ligada a abastecer las necesidades específicas de la necrópolis tardopúnica, con una datación de funcionamiento encuadrada en torno a la segunda mitad del siglo II a.C. (Niveau y Blanco 2007: 215, 218). En las cercanías, los restos de hornos y otras estructuras documentados en el llamado "Edificio Sindicatos" (Lara et al. 2015), no se han ligado a productos concretos, aunque debido a la envergadura del complejo parece poco probable que se tratase de un pequeño alfar exclusivamente dirigido a surtir a la necrópolis circundante. En este sentido, como ya manifestamos en otros trabajos (Sáez y Lavado, 2019), parece que la actividad alfarera de este sector norte insular estuvo más ligada a la misma dinámica general de los talleres de San Fernando (la economía de exportación de alimentos y el abastecimiento local de todo tipo de bienes cerámicos) que a la instalación de pequeñas oficinas con producciones orientadas sólo a la venta como ajuares u objetos votivos de uso cultual. Cabe recordar a este respecto que los alfares del área de San Fernando

también han aportado moldes y desechos de terracotas, *askoi*, etc., lo que sugiere que el horno de la calle Troilo (Niveau y Blanco 2007: 203) pudo ser parte de un complejo mayor, como también apunta la presencia en sus niveles de amortización de vasos comunes, ánforas y otros elementos.

En lo relativo a los procesos de fabricación de los ungüentarios, debemos destacar que en ninguno de estos dos focos artesanales se han recuperado herramientas o útiles específicamente relacionados con la producción de estos elementos (tanto para dar forma a la arcilla como para aplicar la decoración pintada o engobada), lo que contrasta con la presencia en los testares locales de moldes, punzones para estampillar y tiraderas (media luna) de arcilla para dar forma y alisar, e incluso separadores en forma de carrete (vinculados tanto a la producción de vajillas engobadas como ánforas). Cabe sospechar, por tanto, que la mayor parte de estas herramientas estuvieron fabricadas en materiales deperibles, y que no se han conservado en los registros disponibles, o que fueron llevadas como parte del equipo personal de los artesanos tras el abandono de los talleres.

### *3.2. La cadena técnico-operativa de producción de los ungüentarios.*

Precisamente, la citada ausencia de pruebas directas de los escenarios y del elenco de útiles empleados en la manufactura (moldeado, engobado, secado, etc.) hace que para inferir cómo realizaron cada una de las series locales de estos ítems haya sido necesario recurrir a la combinación de la observación macroscópica de huellas que delaten procedimientos, junto a los resultados del análisis arqueométrico. Con esta misma finalidad, se han examinado con criterios análogos tanto los ya citados registros arqueológicos de la gran área alfarera situada en el actual municipio de San Fernando, como los centenares de ungüentarios documentados en la necrópolis tardopúnica de *Gadir* que se han podido analizar en el Museo de Cádiz. A partir de estos testimonios arqueológicos, insistimos, planteamos la hipótesis de una fabricación local de la mayoría de estos ítems entre las últimas décadas del siglo III y la primera mitad del I a.C., coexistiendo con un volumen de importaciones aparentemente muy bajo durante este lapso cronológico.

**Figura 2.** Fragmento muy visible de chamota en un ungüentario de forma globular**.**

El primer paso de la cadena de producción sería la identificación y extracción de la materia prima, en este caso la arcilla para fabricar estos recipientes, y posteriormente su tratamiento básico para configurarla del modo deseado para adaptarla a las características y necesidades de cada clase cerámica a producir. Dichas actividades están por ahora deficientemente documentadas en el ámbito de la bahía, dado que han dejado pocas huellas arqueológicas explícitas y, en el marco de una investigación dominada por las actividades de carácter preventivo, normalmente no han sido objeto de suficiente atención dada su escasa o nula monumentalidad (entendida como solidez y envergadura estructural). El tratamiento posterior a la extracción y transporte hasta el taller debió realizarse en estructuras someras, habitualmente fosas simples cavadas en el suelo o revestidas de ánforas completas (que actuarían a la vez como paredes impermeabilizantes y como filtros decantadores), como las documentadas en Villa Maruja - Janer. En ellas, la arcilla se humedecería, se sobaría (amasado por pisado, con tracción humana o animal) y, probablemente, se batiría para decantar y eliminar más fácilmente las impurezas no aptas para la fa-

bricación de piezas cerámicas. La presencia de molinos de mano y rotatorios en algunos talleres sugiere sin embargo que, al menos en ocasiones concretas, parte de la arcilla en bruto pudo ser procesada más en detalle, con una separación de agregados no deseados más adecuada para la preparación de barbotinas, engobes o pastas muy finas. Asimismo, estos molinos pudieron servir para la preparación de la chamota, "ingrediente" que parece mayoritario en las "recetas" de las pastas de las series más antiguas de ungüentarios locales (Figura 2). No conocemos dónde se realizarían estos procesos, puesto que no se han conservado restos de los propios talleres más allá de las estructuras negativas, por lo que cabe sospechar que muchos de estos espacios serían provisionales (hechos de material deperible) o construidos con tapia, adobes y/o restos reutilizados (cerámicas descartadas, fragmentos, etc.). Sólo unos pocos datos indirectos, como piezas recortadas (quizá para albergar agua), con perforaciones para filtrar, o cuencos amplios con restos de barbotina y digitaciones (Sáez et al. 2015) informan del uso de recursos modestos y normalmente propios para la realización de estas labores de tratamiento de las arcillas y uso en los procesos de moldeado y engobado.

Respecto a las áreas de captación de arcillas y potenciales desgrasantes, el panorama es por ahora ciertamente sorprendente, dado que en varios talleres se documentaron fosas o frentes de extracción de arcillas (margas) pero los estudios de laboratorio aún no han sido concluyentes a la hora de identificar los *fingerprints* petrográficos-químicos de estas fuentes inmediatas a los hornos, aun cuando es muy plausible que vetas cercanas a los propios talleres fuesen la fuente principal (algo favorecido por la geología local, con abundantes barros duros y blandos a escasa profundidad). Los análisis arqueométricos realizados con el objetivo de determinar la procedencia de la materia prima han comenzado a proporcionar resultados positivos sobre las "recetas" empleadas por los artesanos locales, sobre todo en relación a las ánforas, aunque no resulta posible por ahora ligar productos y barreros concretos. Estudios recientes han permitido así diferenciar las arcillas usadas en los alfares insulares de otros grupos consumidos en la bahía arcaica (Johnston 2015), y asociar muchas de las ánforas púnicas del *Punic Amphora Building* de Corinto con la producción alfarera gadirita (Fantuzzi *et al.* 2020). Con motivo de estos trabajos, se han muestreado las arcillas de varias zonas alfareras de San Fernando y del resto de la bahía, procediendo a su caracterización petrográfica y química (XRF), incluyendo también indicadores fiables de la producción local como descartes, desechos semi- o vitrificados y adobes de hornos de los numerosos talleres conocidos actualmente.

En el caso de los "ungüentarios helenísticos", como ya adelantamos, se ha observado que existen claramente dos grupos técnicos distintos, que sin embargo comparten unos mismos orígenes productivos al atestiguarse su manufactura en las alfarerías del área de San Fernando. En concreto, son notorias las diferencias en las calidades de las pastas. En el caso de las producciones más antiguas, los ungüentarios globulares (tipo Muñoz A), la pasta requería un proceso cuidadoso de refinamiento, adquiriendo tras la cocción siempre las mismas gamas de tonos anaranjados, rojizos o rosados (mostrando procesos uniformes, oxidantes en su totalidad). Los desgrasantes son generalmente muy finos (<1 mm), casi imperceptibles (Figura 3, A y B), dominando la chamota y ocasionalmente algún grano de cuarzo. Se han detectado algunas inclusiones de mayor tamaño (Figura 2), algo muy excepcional, lo que sugiere que se trata en todos los casos de elementos no añadidos intencionalmente (alguna partícula férrica, granos de cuarzo o cuarcita, etc., que perfectamente pudieron pasar inadvertidos en el proceso adición a la masa arcillosa o caer accidentalmente mientras se realizaba el amasado).

A partir de los primeros compases del siglo II a.C., una vez estos primeros modelos evolucionan a tipos fusiformes, tanto los pintados de extremos cortos como los dotados de cuellos alargados (incluidos ambos en el grupo B de Muñoz), la calidad de los procesos de tratamiento y selección de las arcillas parece mermar sensiblemente, siendo desde entonces los desgrasantes visibles macroscópicamente tanto en sección como en la superficie (Figura 3, C y D), que en los globulares del tipo A había quedado siempre cubierta con un delicado engobe del color de la pasta. En estas versiones simplificadas del primer tercio o mitad del siglo II a.C. se observan sin dificultad granos de cuarzo (arenas) de tamaño pequeño, normalmente de menos de 1 mm de diámetro, en forma de granos redondeados, lo que coincide con las pautas de decantación y tratamiento de las arcillas usadas para la "cerámica común" de la época. Es decir, a partir de este momento los ungüentarios no reciben un tratamiento análogo a clases técnicamente más exigentes como las vajillas "tipo Kuass", aunque hay que destacar también que éstas en la época habían decaído también tanto en el tratamiento de las pastas como en la calidad de los engobes, por lo que el empobrecimiento del acabado de ítems como los ungüentarios parece más bien producto de cambios a gran escala en los talleres más que a una "crisis específica" de esta clase, en el marco de una producción cada vez más orientada a la cantidad por encima de la calidad (eliminando o disminuyendo al mínimo procesos de taller no esenciales, como el pintado de bandas a determinadas clases como ungüentarios o tinajas medianas).

Este proceso cristaliza y se amplifica aún más con la producción de los ungüentarios de extremos largos del tipo Muñoz C6, en cualquiera de sus versiones y tamaños, siendo en ellos imperceptible la diferencia de trata-

miento en las pastas respecto del resto de la "cerámica común", con desgrasantes arenosos, férricos y otros agregados (a veces de gran tamaño) usualmente visibles en superficies y secciones (Figura 3, E y F), poniendo incluso a veces en peligro la funcionalidad de los vasos. En esta producción post-bárquida se aprecian cambios también en las atmósferas de cocción y sus resultados, pues en general las piezas suelen ser de un color notablemente más claro, de tonos amarillentos o beige claros, aunque también hay ejemplos que poseen un tono naranja intenso (siempre procesos oxidantes, habitualmente continuos).

Una vez la arcilla estaba preparada, el proceso de torneado debía ser rápido y repetitivo, elaborándose quizá las series más antiguas a partir de pellas previamente pesadas y preparadas a conciencia, mientras que para las series menos cuidadas da la impresión de que muchos fueron torneados sobre pellas más grandes (algunas bases fueron cortadas con escaso cuidado, y la mayoría presenta asimetrías notables respecto al eje vertical teórico). Los escasos testimonios físicos relativos a los tornos y las áreas de torneado, obligan a ser cautos incluso para el caso de las cerámicas de mayor tamaño y las ánforas (Sáez *et al.*, 2021), sobre todo debido a la también limitadísima información relativa a las herramientas empleadas. No es posible por tanto determinar si las mismas bases y ruedas fueron empleadas para vasos de todo tipo, o si por el contrario estos talleres tardopúnicos gaditanos contaron con ruedas más pequeñas de uso individual que permitiesen rotaciones rápidas, pero más estables. Lo mismo sucede con la posible presencia de tornetas que se pudieran haber sido empleadas por ejemplo en el proceso de adición de elementos externos (asas, picos vertederos, etc.) o para la aplicación de la pintura.

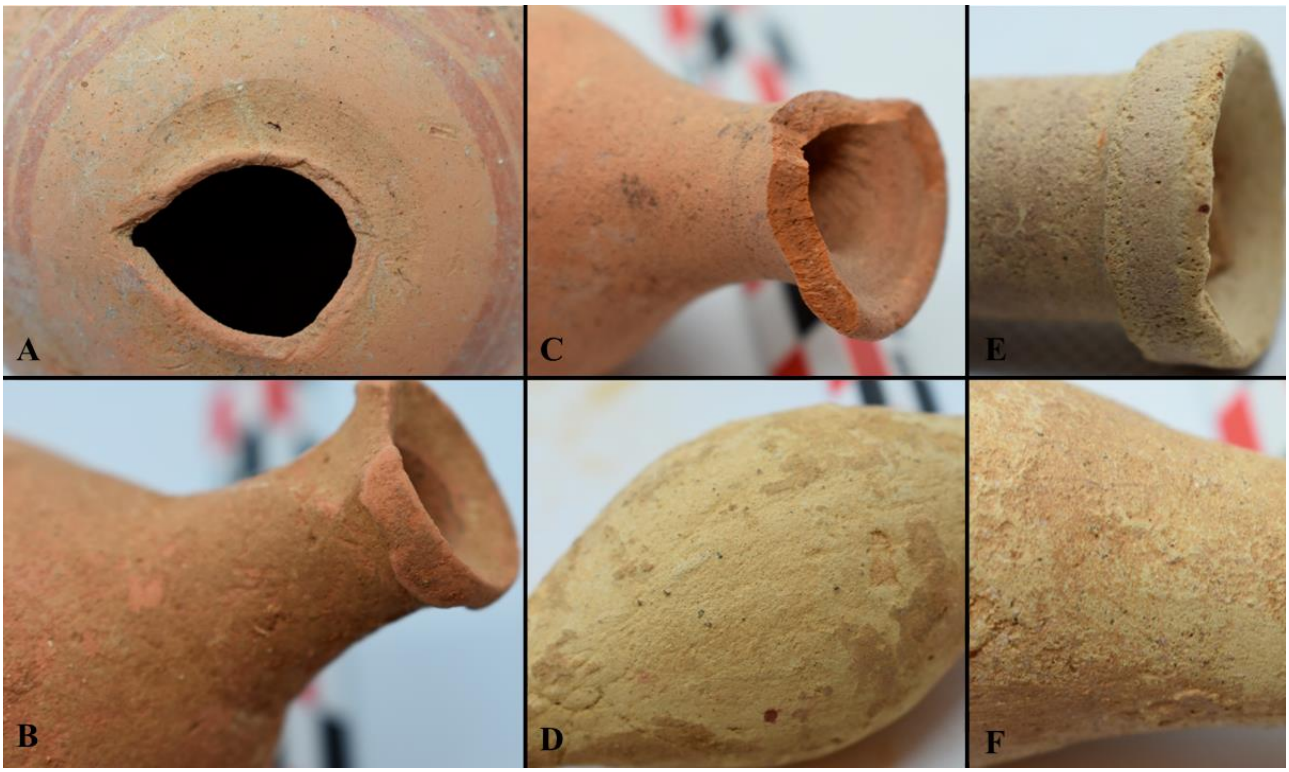



**Figura 3.** A: detalle de la superficie y corte de un ungüentario globular. B: detalle de la superficie de un ungüentario globular. C: detalle de la superficie y corte de un ungüentario fusiforme de extremo cortos. D: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos cortos. E: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos largos. F: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos largos.

Las series de ungüentarios más antiguas (Muñoz A) son generalmente simétricos y proporcionados, formas globulares fabricadas con más cuidado, como sugieren también sus paredes finas y los bordes y pies realizados minuciosamente, dando lugar a formas complejas y anguladas que debieron lograrse con ayuda de algún instrumento duro (y fino, para labrar por ejemplo la incisión sobre el labio presente en muchos ejemplares). Las arcillas muy refinadas ya descritas anteriormente permitieron a los artesanos de la última fase de la ciudad prerromana completar piezas de alta calidad, con superficies exteriores perfectamente alisadas y escasas estrías de torneado marcadas al interior. Parece probable que generalmente estas piezas, tras el moldeado inicial, fuesen retorneadas tras un primer secado breve, dando lugar a estas superficies homogéneas y a los característicos pies (anulares o indicados), cuyas molduras anguladas denuncian la utilización de vaciadores metálicos para darles forma. Las pie-

zas fueron torneadas en un único esfuerzo, a partir de una sola pella, puesto que en ningún caso se han observado huellas de unión ni en el cuerpo ni en la transición cuerpo-cuello.

Los ungüentarios datados a partir de entrado el siglo II a.C. debieron ser realizados de forma más expeditiva, al menos los pertenecientes a los tipos fusiformes, y particularmente los de extremos largos, dada la escasa uniformidad general de las piezas y las marcas del propio torneado visibles en el exterior de muchas de estas piezas. Los ungüentarios fusiformes (grupo B de Muñoz), y especialmente los diversos tamaños y variantes del tipo Muñoz C6 (salvo escasos casos), tuvieron habitualmente un perfil asimétrico, posiblemente fruto de una rápida ejecución y de una escasa preocupación por este aspecto, quizá fruto de la rapidez del proceso, pero también de que ello no afectaba a la funcionalidad y potencial comercial del producto final. Algunas veces, se encuentran en la parte media del cuerpo unas "líneas" que podrían corresponder a fallos en el torneado o incluso una especie de línea de unión que indique la fabricación en dos partes, aunque en general parece que este tipo de contenedores debió ser torneado en único esfuerzo a partir de pellas grandes, dando lugar al vástago inferior, al pequeño cuerpo y al cuello-boca en cada proceso. Otra cuestión distinta es la planteada por los extremos de los vástagos inferiores y por los bordes, que en algunos casos presentan acabados más cuidados, con formas anguladas y pestañas más o menos definidas y regulares, lo que señala que o bien se retornearon con vaciadores metálicos específicos, o se utilizaron instrumentos duros durante el proceso de torneado (acaso tiraderas o punzones de madera) para dar forma a estos detalles que, por otro lado, no eran funcionalmente esenciales (Figura 4, A).

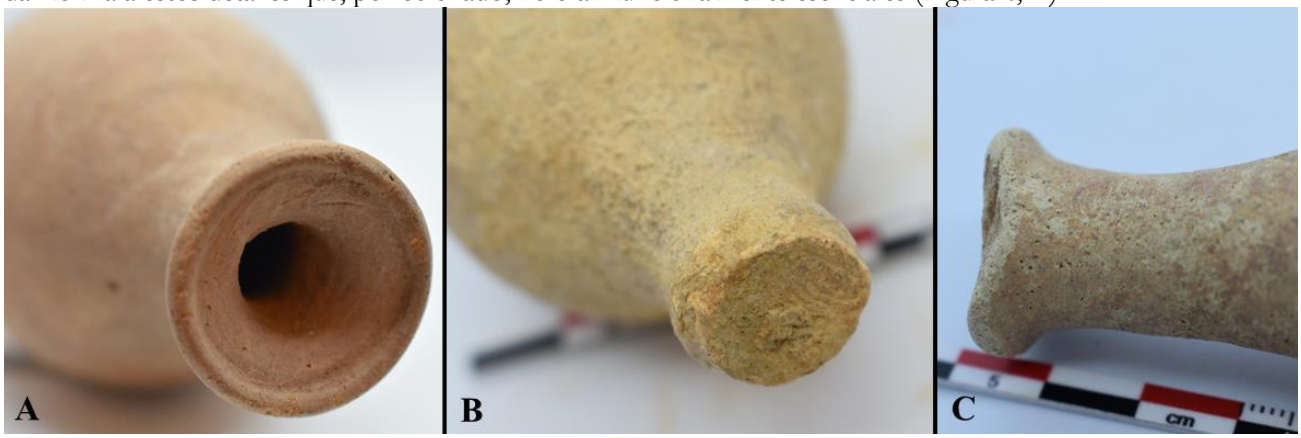



**Figura 4.** A: detalle de la boca de un ungüentario fusiforme de extremos cortos. B: detalle del pie de un ungüentario fusiforme de extremos cortos. C: detalle del pie de un ungüentario fusiforme de extremos largos.

El hecho de que las series de época republicana se tornearon usualmente sobre pella se infiere también de que ninguno de los ungüentarios fusiformes de extremos cortos examinados en el Museo de Cádiz se fabricó con bases regulares y horizontalizadas, de forma que se pudieran apoyar y ser mínimamente estables en posición vertical; por el contrario, todos poseen un vástago irregular que no es funcional para colocarlo de pie, siendo a veces un recorte irregular (con cuerda fina) (Figura 4, B) o incluso un pellizco, posteriormente más o menos regularizado (de forma plana o apuntada en las "ampollas"). De igual forma, solo algunos de los ungüentarios fusiformes de extremos largos pueden apoyarse de esta manera, mientras que la gran mayoría poseían un perfil asimétrico dotado aparentemente de un pie en el vástago inferior, pero tan irregularmente configurado que las piezas no se sostienen en vertical (Figura 4, C). Por tanto, los ítems fabricados localmente a lo largo del siglo II y parte del I a.C. (grupos B y C6, y variantes) mayoritariamente no estuvieron manufacturados con el objetivo esencial de colocarlos de pie sobre ningún tipo de superficie, lo que es indicativo de una disminución general de la calidad en la cadena técnico-operativa, pero también de posibles modificaciones en los patrones de consumo de estos pequeños frascos, y quizá incluso en la forma en la cual se rellenaban y hermetizaban.

**Figura 5.** Detalles de la incisión realizada en algunos pies de ungüentarios fusiformes de extremos largos.

En este marco general de mayor diversidad tipológica y de la probable producción de diversos estándares de tamaño/capacidad en cada serie principal, hay que destacar que sólo algunas producciones de ungüentarios fusiformes de extremos largos contaron con pies que permitían su sostenimiento en vertical. En concreto, sólo dos variantes identificadas en el Museo de Cádiz (provenientes de enterramientos), lo que sugiere que sólo ocasionalmente algunas piezas o conjuntos de piezas de manufacturaron con cierto cuidado, y que el problema de la pérdida generalizada de calidad técnica era fruto no de una imposibilidad real de lograr una mejor ejecución sino de una elección consciente de los artesanos. Una de las variantes está constituida por ungüentarios de fabricación local, según indican sus pastas cerámicas, que son los más grandes fabricados, con una altura de entre 22 y 24 centímetros. Es una producción regular con características muy definidas como el borde recto y replegado al exterior, el cuerpo poco diferenciado del vástago, el cual termina en un pie indicado y de forma troncocónica, al que se le realiza una especie de incisión en un solo lado (Figura 5), particularidad advertida en muchos de estos ungüentarios que estamos comentando (quizá una marca de un taller o artesano concretos).

**Figura 6.** A: detalle de la superficie de un ungüentario globular. B: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos largos. C: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos cortos. D: detalle de la superficie de un ungüentario fusiforme de extremos largos.

Después del paso por el torno las piezas debían almacenarse brevemente y secarse (pérdida de la humedad superficial) para que fueran lo suficientemente manejables como para manipularlos y trasladarlos. A dicho momento precocción pertenecen algunas de las marcas accidentales que observamos en las superficies de las piezas. Como ya hemos adelantado en párrafos precedentes, tras el retorneado las piezas recibirían un engobado destinado a homogeneizar las superficies y a impermeabilizar sobre todo el exterior. En las series más antiguas esta cubierta consistía en una barbotina muy diluida, con partículas muy finas, que se endurecía notablemente tras la cocción hasta dar la impresión en los ejemplares más logrados de ser una especie de cáscara del mismo color que el resto de la pasta (con un grosor siempre menor a 1 mm) (Figura 6, A). Sin embargo, en las series de los siglos II-I a.C. (y particularmente en los C6 y modelos relacionados) a la mayoría de las piezas se aplicó una engalba de

color similar a la arcilla o más clara (blanquecina o amarillenta en muchos casos) y solo en algunos casos ligeramente más oscura (aunque esto puede deberse a distorsiones por falta de control o cuidado de las atmósferas y condiciones de cocción) (Figura 6, B). Mientras que en las piezas del tipo A los defectos superficiales son raros (roces, incisiones accidentales, digitaciones, etc.) en las series posteriores, y en particular en las variantes del C6 se identifican habitualmente marcas de dedos fruto de su manipulación cuando el revestimiento estaba aún fresco (Figura 6, C y D). Esto sugiere de nuevo que, mientras que las piezas de época púnica formaron parte de procesos técnicos cuidadosos y sistemáticos, dando lugar a piezas de notable calidad, los ungüentarios cerámicos locales a partir de mediados del siglo II a.C. (o quizá incluso antes) fueron producidos en serie siguiendo procedimientos que denotan una mucha menor preocupación por la calidad final (no se cuida la simetría, tampoco los puntos de apoyo, ni que haya desgrasantes gruesos sobresaliendo en las superficies, ni que existan huellas en partes centrales de los vasos fruto de su manipulación de aplicarles el revestimiento, etc.). Este resultado diferenciado es probablemente también fruto de distintas elecciones a la hora de aplicar las barbotinas de revestimiento, que en el caso del tipo A parece haber sido aplicada con cuidado solo al exterior, quizá con una brocha o pincel, lo que permite manipular mejor el margen de humedad. Para el resto de formas posteriores da la impresión de que mientras en algunos casos el engobe pudo aplicarse también con una brocha y cierto cuidado, en la mayoría lo fue por inmersión total o parcial (taponando con el dedo la boca para impedir la entrada del líquido en el pequeño contenedor, cubriendo solo el exterior). Para esta aplicación en recipientes no bizcochados (como parece ser el caso) se ha de conocer muy bien el estado de humedad idóneo, ya que si la pieza está muy húmeda el engobe se adherirá mal, y si está más seca de la cuenta se corre el riesgo de perder la pieza.

En lo respectivo a la decoración, como es lógico también se observan diferencias notables entre los procedimientos y resultados de las piezas globulares de época púnica final y los prototipos de época republicana. En los primeros, las formas globulares, se pintaron en la mayoría de los casos varias bandas de color rojo intenso y homogéneo (similar al usado en la "cerámica tipo Kuass"), situadas con patrones más o menos repetitivos sobre el borde, la cara externa de la base, el cuello, y el cuerpo (Figura 7, izquierda) (en este caso, con bandas aisladas en la zona media-baja, y grupos de tres en la parte superior, con la central a veces más ancha). Parece que el uso de pinceles finos fue frecuente en esta fase de producción, que debió realizarse en áreas reservadas del taller quizá con la asistencia de pequeñas tornetas, y colocando las piezas en proceso de secado sobre soportes que garantizasen su estabilidad al aplicar la pintura roja. Estas decoraciones más cuidadas al inicio de la producción evolucionaron hacia esquemas más simplificados, con la presencia más habitual de pequeños "defectos", como trazos inacabados o no horizontales (Figura 7, derecha), gotas o engobes de menor calidad, craquelados o que se desprenden mucho más fácilmente de la superficie. Así, en los ungüentarios fusiformes de extremos cortos del grupo Muñoz B, las bandas rojas son generalmente de menor calidad técnica, limitándose a una o dos situadas en la parte superior del cuerpo. Mientras que las similitudes entre piezas de la serie A de Muñoz fueron el resultado de procesos de una cadena técnico-operativa cuidada y sistemática, las detectadas en los tipos posteriores parecen más bien el resultado de una producción en serie, en la cual primaría la cantidad y la eficiencia (económica) de los procesos por encima de la calidad.

**Figura 7.** A la izquierda, ungüentario globular y su decoración. A la derecha, ungüentario fusiforme de extremos cortos y su decoración.

Tras completar estas acciones y dejar secar progresivamente, los ungüentarios estarían listos para ir al horno y terminar el proceso productivo. Ya hemos señalado que en su mayoría no presentan acabados distintos de los observados en las vajillas engobadas coetáneas (caso del tipo Muñoz A) o del resto de las "cerámicas comunes" (para la mayoría de las series de ungüentarios fusiformes de extremos cortos y largos de ca. 175-50 a.C.), por lo que cabe sospechar que estos ítems compartirían laboratorios con dichos paralelos, que en el caso de los más antiguos serían procesos probablemente más restringidos y cuidados, y en el segundo no se diferenciarían del resto del grueso de la producción. Esto ha quedado evidentemente reflejado en la calidad final de los productos, y probablemente tiene también que ver con la mayor frecuencia de hallazgo en los alfares de descartes entre los tipos más antiguos, lo que sugiere un "control de calidad" también más exhaustivo en estas etapas iniciales de la producción. En cualquier caso, para todos ellos solo cabe especular sobre en qué hornos se habrían cocido, dado que ninguno de los casos excavados hasta el momento ha proporcionado pruebas explícitas de una relación concreta.

Se ha supuesto en muchas ocasiones que entre las parejas o tríos de hornos habituales en los talleres locales de los siglos III-I a.C. los de menor tamaño, más controlables a nivel de atmósfera y temperatura, habrían sido los destinados en general a cocer la "vajilla tipo Kuass" y otras piezas delicadas (ungüentarios Muñoz A, vasos plásticos, terracotas, etc.). Esta opción es bastante plausible para casos como los hornos 2 y 5 de Torre Alta, el localizado en La Milagrosa, y otros con diámetros de cámara no superiores a 1,5 metros. Sin embargo, no es posible descartar que al menos puntualmente las piezas delicadas compartiesen laboratorio con envases mayores en los hornos de más envergadura, quizá protegidas dentro de contenedores de mucho mayor porte (lebrillos, por ejemplo) o de campanas perforadas como las habitualmente usadas para la cocción de los vasos áticos y suritálicos de "barniz negro" o figurados. Probablemente las series más abundantes entre avanzado el siglo II y las primeras décadas del I a.C. (los Muñoz C6) no habrían requerido de estructuras específicas, dado el escaso cuidado de su manufactura, estandarizada en cuanto a los procedimientos, pero probablemente más orientada a lo cuantitativo que a lo cualitativo. Esta "pérdida de calidad" apreciable tanto en los productos como en la cadena técnico-operativa conducente es algo que ya se ha observado incluso en las ánforas, y en el sellado de las mismas, simplificándose las formas y las iconografías (y seguramente empobreciéndose los soportes y cuños) a lo largo del siglo II a.C. (Sáez et al. 2021).

### *3.3. Primeras reflexiones a partir de la fabricación experimental de ungüentarios.*

A lo ya expuesto en el apartado anterior cabe ahora añadir los primeros resultados obtenidos a partir de la producción experimental de diversos tipos de ungüentarios, basados en la observación y análisis desde una perspectiva etnoarqueológica de las piezas realizadas y de las elecciones y procesos de manufactura (Figura 8). Desde el punto de vista técnico se observan dos grupos claramente diferenciados, el tipo A de Muñoz, globular o de tendencia ovoide; y el tipo C, de cuello y vástago inferior de tamaño más o menos largo (tipos C2, C3, C4, C5 y C6). Las diversas pruebas realizadas por uno de nosotros (SRA) sobre el torno permiten concluir que ambos tipos debieron ser elaborados sobre pella (o "en torre"), en un trabajo en serie, y que es probable que fuesen usualmente retorneados en dos momentos: el primero de ellos en estado plástico, como parte del proceso de conformado de las piezas; posteriormente, en estado de "tacto de cuero" o ligeramente más húmedo que éste.

La experimentación ha permitido también valorar el aprovechamiento de la materia prima en el torno y los tiempos de ejecución de cada uno de estos grupos (A1 y C6). Se empleó para ambos casos una pella de 2,5 Kg de arcilla. Mientras que para el tipo C6 con este material sólo se consigue tornear 3 ungüentarios, "desaprovechando" 1,6 kg (desaprovechamiento relativo, ya que la arcilla siempre se recicla, pero tiene que secar y volver a ser amasada, con la consiguiente inversión de tiempo y esfuerzo), para el tipo A1 pueden completarse hasta 9 unidades, descartándose casi 900 gramos de arcilla. Evidentemente, un alfarero con una experiencia más amplia en el torneado de estas formas conseguiría resultados de aprovechamiento mejores, pero resulta indicativa la diferencia en rendimiento entre ambas series. En nuestro caso, no se habían elaborado ungüentarios de ninguno de los dos tipos con anterioridad, y para realizar el tipo A1 se empleó la mitad de tiempo que con el tipo C6. También son de interés las herramientas empleadas para el proceso de fabricación de estas piezas (Figura 9), que incluyen punzones, varillas, medias lunas, compás, retorneadores metálicos y una pequeña esponja.

**Figura 8.** Grupo de ungüentarios fabricados en las pruebas experimentales.

El proceso de fabricación para el ungüentario tipo A1[1] comienza con centrar la pella de arcilla, al menos en su parte superior, pellizcando con el dedo índice, mientras con el dedo corazón se marca lo que va a ser el fondo de la pieza. Se sube la forma con ese pellizco, adelgazando uniformemente las paredes, y se iguala el borde con la puncheta. Si se quieren realizar ungüentarios de una misma capacidad podemos ayudarnos de una marca hecha con un marco o con sencillos palos de madera que nos señalan las dimensiones estándar. Con las yemas de los dedos, por el interior se presiona para dar lugar a la forma globular, y posteriormente se va cerrando lo que va a ser el cuello y el labio, dándole forma a ambos. Para afinar dicha forma y alisarlo se emplea la media luna de madera, con cuyo pico también se puede ir retirando parte de la base, aunque para conformarla del todo es necesario el uso de un retorneador metálico. Este gesto provoca que, a veces, parte de lo que se retira de la materia sobrante, quede pegado a las paredes de los recipientes (Figura 6, B). Finalmente, la pieza se retira cortando con una tanza o hilo fino, en paralelo al plano de la rueda del torno. Además de este proceso de fabricación, habría que considerar el posible uso de terrajas en el caso de series idénticas, en decir, una moldura que sirve para formar el perfil de las piezas y producir un conjunto de piezas marcadamente más uniforme.

Para el retorneado de las piezas se vuelve a centrar una pella, que se ahueca a la profundidad y anchura precisa, colocando el recipiente en su interior y trabajándolo por ambas caras (también pueden utilizarse soportes tipo carrete o cilindros previamente cocidos, con las zonas de contacto recubiertas por telas humedecidas). En este experimento se emplearon retorneadores metálicos que, en función del estado de humedad de la pieza, la velocidad del torno y la destreza variable del alfarero, pueden dejar distintas marcas de retorneo. En algunos casos, las líneas que se observan en varios ungüentarios en la parte media del cuerpo se deben a fallos o prisas en el retorneado, pues efectivamente no son piezas que se presten a la fabricación en dos o más partes. En este caso el retorneado se llevó a cabo a las dos horas y media, estando aún demasiado frescas las piezas. Para el secado completo, se las mantuvo a la sombra y cubiertas levemente, para evitar las corrientes de aire caliente, pero en tan sólo dos días las piezas del tipo A ya estaban listas para el horneado.

[1] Los vídeos de estos procesos experimentales estarán disponibles en la página web del *Proyecto Ergasteria: Arqueología experimental y virtual para el estudio de los procesos de producción y comercialización anfórica en la Protohistoria*. https://ergasteriaproject.com/ (Proyectos I+D+i FEDER Andalucía 2014-2020, Ref. US-1266376).

**Figura 9.** Herramientas utilizadas en las pruebas experimentales de fabricación de ungüentarios.

Para los ungüentarios del tipo C6 se ha realizado otra prueba con objeto de testear los posibles procesos de fabricación y sus particularidades. En primer lugar, una vez centrada la pella, se procede a dar forma al cuerpo y el cuello-boca. En último lugar se conforma el vástago inferior, cuyo proceso comienza, posiblemente, rehundiendo el dedo o dedos en la arcilla para no desaprovechar el material en el trabajo de la pella. En las primeras pruebas los vástagos resultantes fueron muy gruesos, de 3 centímetros (Figura 10, izquierda), por lo que una fase de retorneado fue imprescindible para aligerar esta parte, llegando así al centímetro y medio (Figura 10, centro). En este tipo de ungüentarios ha sido de gran utilidad el empleo de una varilla larga para mantener referencia al eje vertical y ahuecar la parte inferior del cuerpo (Figura 10, derecha), por lo que, a juzgar por las marcas que aparecen en muchos de ellos, herramientas similares debieron de ser utilizadas con frecuencia, pues incluso para el retorneado es bastante útil su uso. En este caso pasaron más de 12 horas hasta que se hizo el retorneado, incluso cuando las piezas ya parecían estar demasiado secas. Se mantuvieron en la misma zona que en el anterior ejemplo para el secado, cubiertas, aunque estos recipientes estaban listos para el horno en tres días.

## 4. VALORACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO

La tendencia general en la producción de los ungüentarios es una fabricación cuidada y de calidad al inicio, en las series del siglo III a.C., con forma globular, algo que se fue degradando a partir de la conquista romana con los grupos pertenecientes a los tipos fusiformes de extremos cortos, aunque aún la mayoría mantienen una cierta calidad hasta mediados del siglo II a.C. Sin embargo, en los ítems de tipo fusiforme de extremos largos (C6 y relacionados), y en concreto en aquellos que tienen un perfil asimétrico, la calidad técnica es muy deficiente, siendo frecuentes los ejemplares no estandarizados, heterogéneos en múltiples variables (tamaño, acabados, capacidad, etc.) y muy irregulares formalmente. Esta tendencia parece revertirse por la introducción de las importaciones y quizá de las influencias técnico-operativas itálicas, entre finales del siglo II a.C. y principios del I a.C. Estos modelos foráneos, itálicos o en general de otros focos mediterráneos, se corresponden con tipos fusiformes de extremos largos con superficies y pastas mejor elaboradas, en los cuales es palpable una mayor calidad y el cuidado por el acabado final, dando lugar a piezas mucho más depuradas desde el punto de vista técnico y también más llamativas desde la perspectiva estética.

Un aspecto hasta ahora no explorado pero que habrá que tener en cuenta en los próximos pasos de la investigación son los tamaños de las piezas, pues no es lo mismo fabricar piezas grandes que hacerlas en tamaño muy reducido, y analizar qué relación tiene esta variable con la existencia de diversas calidades y acabados entre los distintos tipos locales definidos. Entre los ungüentarios fusiformes de extremos largos la variedad interna es particularmente acusada, especialmente en relación al tamaño, lo que permite proponer la posible existencia de diferentes módulos de capacidad diseñados desde el taller alfarero con objeto de satisfacer necesidades y demandas distintas. Una observación detallada de la evidencia arqueológica disponible permite comprobar que ya en los ungüentarios fusiformes de extremos cortos, anteriores al grupo C6, es posible identificar series adaptadas a módulos de diferentes capacidades, siendo también muy clara esta voluntad de estandarización en los ungüentarios

de base plana de época tardorrepublicana, en los cuales se observa claramente que había diferentes recipientes cerámicos para distintos usos y bolsillos. Es evidente que la producción repetitiva y la destreza y experiencia de los artesanos podrían haber dado lugar a módulos de capacidad estandarizados y recurrentes, ajustados a los sistemas métricos de la ciudad púnica y romana, pero cabe no excluir la posibilidad del uso (al menos puntual) de modelos de referencia o terrajas para lograr la adaptación sistemática a dichos patrones.

**Figura 10.** A la izquierda, ungüentario fusiforme de extremos largos con un vástago demasiado grueso. En el centro, ungüentario fusiforme de extremos largos con un vástago más fino después del retorneado. A la derecha, fondo de este tipo de ungüentarios donde se aprecia el uso de un palo largo.

Respecto a la función y a los contextos de uso, como ya hemos expuesto estas piezas acompañaban al difunto en su tumba en muchas inhumaciones (y algunas cremaciones) entre el siglo III a.C. y el I a.C. Considerando lo dicho sobre los tipos de los siglos II-I a.C. (en especial entre ca. 150-50 a.C.) acerca de la frecuente falta de cuidado estético, simetría y apoyos funcionales, parece posible que una buena parte de las piezas estuviese más relacionada procesos de vertido ritual de su contenido que con un uso estricto como contenedores para transportar. Estas piezas con dificultad hubieran retenido el contenido líquido durante mucho tiempo, pues las pastas son usualmente porosas y el tratamiento superficial que tienen, consistente en ocasiones en una engalba poco espesa y no vitrificada, no solucionaría los problemas de filtrado. Por ello, nos parece posible que se adquiriesen vacíos incluso y que fuesen rellenados en el momento de uso-deposición (enterramiento, fosa, ofrenda de visita a tumba, etc.), vertiendo entonces el líquido de forma ritual. Se trata de una línea, la de la posible hermetización y empleo real de estos envases, que también estamos analizando desde una perspectiva experimental y que deberá ser tratada con más atención en el futuro en los procesos de excavación de los contextos de hallazgo, por ejemplo tomando muestras significativas de los sedimentos del fondo de las inhumaciones para el rastreo en laboratorio de trazas de los posibles perfumes y ungüentos vertidos.

Queda mucho por hacer en este ámbito, ya que la muestra estudiada, aun siendo muy amplia, solo es una parte del total de hallazgos registrados por toda la bahía en diferentes ambientes. Como antes resaltamos, una vía a potenciar es la realización de análisis arqueométricos, que servirán para caracterizar aún mejor las pastas y poder determinar su procedencia, así como identificar las posibles importaciones. Otra vía a explorar con más intensidad es la de la Arqueología Experimental, bien dando continuidad a los intentos de replicar el proceso productivo completo, como ya se está haciendo con las ánforas por ejemplo (Sáez *et al.*, 2021), o bien incluyendo también en estos experimentos análisis de los procesos de hermetización, de uso y tafonómicos (post-deposicionales), para lo cual será por ejemplo imprescindible implementar nuevas analíticas químicas de residuos para verificar si los ungüentarios se impermeabilizaron internamente con resina o cera como las ánforas. Las pruebas experimen-

tales que hemos desarrollado en el marco de este trabajo nos han permitido acercarnos a los procesos productivos de los ungüentarios, al menos de forma aproximada, aportando indicadores significativos que permiten interpretar de forma más precisa las formas, los acabados y los defectos observados en las piezas. En este sentido y, dentro del marco que nos ofrece el proyecto *Ergasteria*, pretendemos desarrollar en los próximos años nuevos conocimientos sobre la producción de estas piezas tan características de la necrópolis tardopúnica y republicana de *Gadir/Gades*.

## BIBLIOGRAFÍA


Almagro Basch, M. (1953): *Las necrópolis de Ampurias*. Barcelona, Seix Barral.

Almagro Gorbea, M. J. (1984): *La necrópolis de Baria (Almería). Campañas de 1975-78*. Excavaciones Arqueológicas en España. Madrid, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Subdirección General de Arqueología y Etnografía.

Arévalo González, A. y Moreno Pulido, E. (2016): Capítulo 3. La moneda en las necrópolis de Gadir/Gades. En A. Arévalo González (Ed.): *Monedas para el más allá. Uso y significado de la moneda en las necrópolis tardopúnicas y romanas de Ebusus, Gades y Malaca*: 75-193. Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

Bernal Casasola, D., Sáez Romero, A. M. y Bustamante Álvarez, M. (2011): Purpura y pesca en el Gadir tardopúnico. La fosa-conchero de desechos haliéuticos de la C/ Luis Milena (San Fernando, Cádiz). En C. Alfaro, J. P. Brun, P. Borgard y R. Pierobon (Eds.): *PURPUREAE VESTES III. Textiles y tintes en la ciudad antigua. Actas del III Symposium Internacional sobre Textiles y Tintes del Mediterráneo en el mundo antiguo* (Nápoles, 2008): 157-180. Valencia, Universitat de València, Centre Jean Bérard.

Blanco Jiménez, F. J. (2008): Hallazgo inédito de un tesorillo de monedas en el interior de una urna cineraria romana (antiguo cine Brunete. Cádiz). En A. Arévalo González (Coord.): *Actas XIII Congreso Nacional de Numismática "Moneda y Arqueología",* Vol. 1 (Cádiz, 2007): 217-243.

Cintas, P. (1950): *Ceramique Punique*. Publications de l'Institut des Hautes Etudes de Tunis, Vol. III. Paris, Librairie C. Klincksieck.

Cuadrado Díaz, E. (1977-1978): Ungüentarios cerámicos en el mundo ibérico. Aportación cronológica. *Archivo Español de Arqueología* 50-51 (135-138): 389-404.

Fantuzzi, L., Kiriatzi, E., Sáez Romero, A. M., Müller, S. M., y Williams II, C. K. (2020): Punic amphorae found at Corinth: provenance analysis and implications for the study of long-distance salt fish trade in the Classical period. *Archaeological and An*thropological Sciences 12: 179. https://doi.org/10.1007/s12520-020-01093-3

Johnston, P. A. (2015): *Pottery production at the Phoenician colony of El Castillo De Doña Blanca (El Puerto De Santa María, Spain) C. 750-550 BCE*. Tesis inédita, Harvard University. https://dash.harvard.edu/handle/1/17463135

Lara Medina, M., Díaz Rodríguez, J. J. y Bernal Casasola, D. (2015): Excavando en los archivos. Novedades sobre la alfarería romana en Gades a partir de la documentación arqueológica del solar de la Avda. Andalucía 8-10. *Boletín de la SECAH* 6: 28-35.

López de la Orden, M. D., Zambrano Valdivia, L. C. y García Alfonso, E. (2015): "Guttus del Museo de Cádiz procedente de la necrópolis fenicio-púnica. *Albahri, entre Oriente y Occidente. Revista independiente de estudios históricos*, 1: 43-61.

Martín Ruiz, J. A. y Pérez-Malumbres Landa, A. (1999): La necrópolis de época tardo-púnica de los Campos Elíseos (Gibralfaro, Málaga). *Madrider Mitteilungen* 40: 146-159.

Molina Fajardo, F. y Bañón Ruiz, J. (1983): IX. Los ungüentarios helenísticos de la necrópolis de Puente de Noy.. En *Almuñécar, Arqueología e Historia.* Caja Provincial de Ahorros de Granada.

Muñoz Vicente, A. (1986): Avance sobre el estudio de los ungüentarios helenísticos de Cádiz. Anuario Arqueológico de Andalucía. II Actividades Sistemáticas: 520-525.

Niveau de Villedary y Mariñas, A. M. y Blanco Jiménez, F. J. (2007): Continuidad púnica en la Gades republicana. La producción vascular del horno de la calle Troilo. *Spal* 16: 195-224.

Rodero Riaza, A. (1980): *Colección de cerámica púnica de Ibiza en el Museo Arqueológico Nacional.* Madrid, Ministerio de Cultura.

Rotroff, S. I. (2006): *Hellenistic Pottery: The plain wares. Volume XXXIII. The Athenian Agora*. Results of excavations conducted by the American School of Classical Studies at Athens. Princeton, The American School of Classical Studies at Athens.

Sáez Romero, A. M. (2008): *La producción cerámica en Gadir en época tardopúnica (siglos -III/-I)*. BAR International Series 1812. Oxford, John & Erika Hedges Ltd.

Sáez Romero, A. M. y Lavado Florido, M. L. (2019): Cremaciones fenicias y un nuevo saladero de pescado púnico de Gadir. Avance de los hallazgos registrados en el área de Los Chinchorros (Calle San Bartolomé, Cádiz). *Habis* 50: 49-81.

Sáez Romero, A. M. y López Jurado, M. R. (e.p.): Ceramic Unguentaria from the Bay of Cádiz (Spain) in the 3rd-1st centuries BC. A review of their typological evolution and function. En *4º congreso de la 4th IARPotHP. Manufacturers and Markets. The Contributions of Hellenistic Pottery to Economies Large and Small. Atenas, 11 a 14 de noviembre, 2019*.

Sáez Romero, A. M., Belizón Aragón, R. y Alburquerque, P. A. (2021): Throwing Punic Amphorae: An Archaeological and Experimental Approach to the use of the Potter's Wheel in southern Iberia during the Iron Age. *EXARC Journal Issue* 2021/2. https://exarc.net/ark:/88735/10576

Vegas, M. (1999): Phöniko-Punische Keramik aus Karthago. En F. Rakob (Ed.): *Karthago III. Die deutschen Ausgrabungen in Karthago*: 93–219. Zabern, Mainz.

# LAS TÉCNICAS DE MANUFACTURA CERÁMICA COMO INDICADORES DE INTERACCIONES COMPLEJAS EN LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE (GUATEMALA) DURANTE EL CLÁSICO TEMPRANO (250-550 d.C.)

**Divina Perla-Barrera***

**RESUMEN**

Las modalidades de interacción en el área maya durante la época prehispánica han sido ampliamente discutidas. En el caso específico de las relaciones entre las Tierras Bajas y Altas Mayas se han propuesto diversas rutas que las conectaban. Particularmente para el Clásico Temprano, uno de los remanentes más estudiados de estas relaciones es la cerámica del Tipo *Dos Arroyos Naranja Polícromo*. A pesar de estar asociado a las Tierras Bajas, tales recipientes se encuentran en grandes cantidades en el Sistema de Cuevas de Candelaria localizado en la zona fronteriza entre estas regiones denominada Franja Transversal del Norte. La presencia de este material en este lugar reconocido como un lugar sagrado y de peregrinaje resulta particularmente significativa ya que ha sido interpretada como un indicador importante de contactos sociales, políticos y comerciales entre ambas zonas. Es así como, en el marco de la tesis doctoral de la autora, se propone comprender desde otra perspectiva las modalidades de interacción que se desarrollaron en esta zona fronteriza a través del análisis de las técnicas de manufactura de dicha cerámica policroma. Para ello se planea analizar material procedente de diversos centros asociados a estas interacciones mediante la utilización del concepto de cadena operativa (*chaîne opératoire*), con el propósito de identificar si la manufactura del material identificado en estos contextos de cuevas se realizó a nivel local o foráneo, o si incluso podría tratarse de alfareros itinerantes asociados a peregrinajes. De manera interesante, los datos preliminares demuestran tanto una combinación de modos estilísticos de las Tierras Bajas y Altas, así como la presencia de materias primas locales, lo que indica sin duda un alto grado de complejidad en las interacciones que se desarrollaban en dicha zona fronteriza.

***Palabras clave: Área maya, zona fronteriza, cuevas, interacción, cerámica policroma, cadena operativa.***

**ABSTRACT**

The modalities of interaction in the Maya area during the pre-Hispanic period have been widely discussed. In the specific case of the relationships between Maya Lowlands and Highlands, it has been proposed that several routes connected them. Particularly in the Early Classic, one of the most studied remnants of these relationships is the *Dos Arroyos Naranja Policromo* ceramic type. Although such vessels have been associated with the Lowlands, they have been found in large number in the Candelaria Cave System, that has been recognized as a sacred and pilgrimage place, located in the boundary area called Northern Transversal Strip. The presence of this material is particularly significant, as it has been interpreted as an important indicator of social, political and commercial contacts between both regions. Thus, within the framework of the author's doctoral thesis, it is proposed to understand the modalities of interaction, from another perspective, that were developed in this boundary area through the analysis of the manufacturing techniques of these polychrome ceramics. To that end, it is planned to analyze material from several centers associated with these interactions by using the *chaîne opératoire* concept, with the purpose of identifying whether the manufacture of the material identified in cave contexts was carried out locally or abroad, or whether it could even be itinerant potters associated with pilgrimage. Interestingly, preliminary data shows a combination of stylistic modes of the Lowlands and Highlands, as well as the presence of local raw materials, which could indicate a high degree of complexity in the interactions taking place in that boundary area.

***KEYWORDS: Maya area, boundary zone, caves, interaction, polychrome ceramics, chaîne opératoire***

* Universidad Autónoma de Yucatán (México). Email: arqueopearl16@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN. INTERACCIONES ENTRE LAS TIERRAS ALTAS MAYAS Y LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

El presente escrito tratará sobre los resultados preliminares obtenidos hasta el momento durante la investigación doctoral de la autora, surgida en el marco del Proyecto Arqueológico Regional Raxruha Viejo, y su objetivo principal es aportar nuevos elementos para responder a ciertas interrogantes sobre las modalidades de interacción que se desarrollaron entre dos grandes regiones del área maya, las Tierras Altas Mayas (TAM) y las Tierras Bajas Mayas (TBM), particularmente durante el Clásico Temprano (250-550 d.C.), utilizando un enfoque tecnológico para el análisis de fragmentos cerámicos del tipo cerámico *Dos Arroyos Naranja Polícromo* (Andrieu et al., 2018).

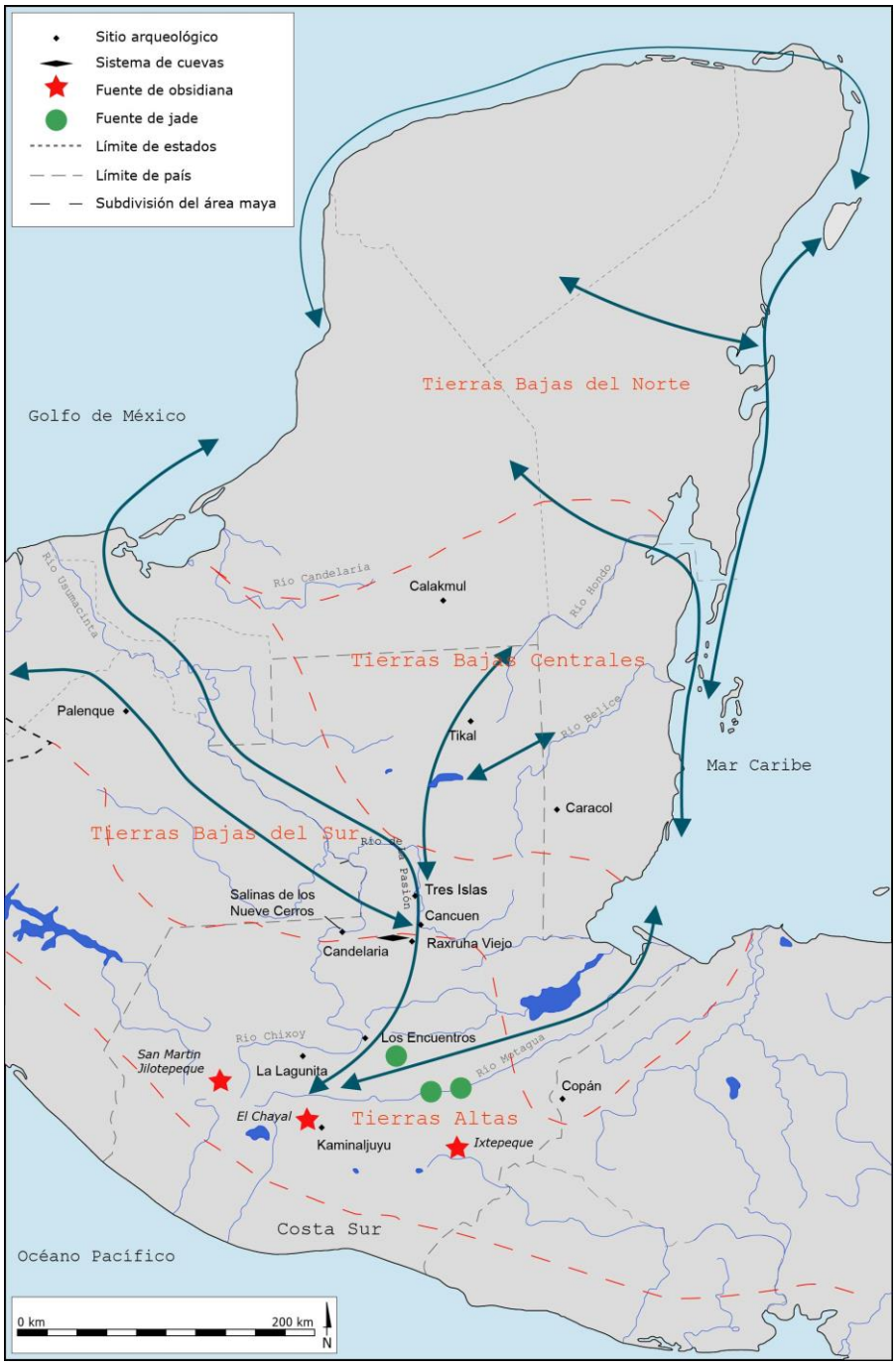



**Figura 1.** Mapa del área maya. Digitalización: D. Perla (Modificado de Andrieu 2009).

Hasta ahora se conoce que durante toda la época prehispánica existieron diferentes tipos de interacciones entre ambas regiones, esto se ha identificado con base en la distribución a larga distancia de bienes como obsidiana,

piedras verdes, pirita, plumas de quetzal, cacao, sal y achiote, procedentes de las TAM específicamente del altiplano guatemalteco, hasta sitios de la TBM (fig. 1) (Andrieu, 2009). Es así como diversas investigaciones se han desarrollado con el fin de identificar las diferentes rutas utilizadas para el intercambio de dichos bienes, las cuales podían correr vía terrestre, fluvial o marítima (e.g. Adams, 1978; Andrieu, 2009; Arnauld, 1990, Canuto y Barrientos, 2013, Demarest et al., 2014; Demarest y Fahsen, 2003; Hammond, 1978; Marcus, 1983; Moholy-Nagy, 1997, 2003). Para el período Clásico (150/200 - 950 d.C.) se ha propuesto que la ruta Pasión-Verapaz se trataba de la vía más utilizada debido a que se encuentra en una posición estratégica que incluye la región de las Verapaces (actuales departamentos de Baja y Alta Verapaz) hasta llegar al navegable río de la Pasión, comunicando así el altiplano guatemalteco con el centro del Petén en las Tierras Bajas Centrales Mayas (TBCM) (Arnauld, 1990; Demarest et al., 2014). Todo ello ha generado una serie de discusiones sobre las implicaciones socio-políticas, económicas y hasta rituales que surgieron como resultado de dichas interacciones (Demarest et al., 2014; Woodfill y Andrieu, 2012).

En particular para el Clásico Temprano (250-550 d.C.) algunos investigadores han planteado incluso la existencia de un control de la gran ciudad de Tikal sobre la ruta Pasión-Verapaz, y se han debatido los alcances que pudieron tener sus redes para adquirir bienes exógenos (Moholy-Nagy, 1997; Woodfill y Andrieu, 2012). Dicho planteamiento ha sido reforzado por evidencia que refleja una fuerte relación entre este gran centro y sitios localizados a lo largo del río de la Pasión (Bachand, 2010; Barrios, 2006; Barrios y Quintanilla, 2008; Demarest y Fahsen, 2003).

**Figura 2.** Sistema de Cuevas de Candelaria. (Fotografía: D. Perla-Barrera)

## 2. LA FRANJA TRANSVERSAL DEL NORTE, UNA ZONA TRANSICIONAL

Entre las dos grandes regiones de las TAM y las TBM, se encuentra en Guatemala una zona transicional denominada actualmente como Franja Transversal del Norte (FTN). Tanto para la época actual como para la prehispánica se ha considerado que la FTN es un lugar estratégico ya que dentro de ella corren rutas importantes que

van de las zonas montañosas al sur hasta la planicie cárstica del Petén al norte, y desde el este en el mar Caribe hacia el oeste hasta llegar a los Altos de Chiapas, México. Existen pocas investigaciones arqueológicas en el área, sin embargo, con base en la información hasta ahora disponible se ha identificado que durante la época prehispánica era una zona productora de bienes muy valorados como el cacao, la sal y el achiote (Andrieu et al., 2018; Monterroso, 2007; Torres et al., 2020; Woodfill et al., 2015).

Asimismo, es considerada como una zona fronteriza, que fluctuó a lo lago del tiempo, la cual contaba con un carácter singular ya que en ella confluyeron elementos característicos tanto de las TAM como de las TBM, lo que se manifiesta particularmente en sus conjuntos cerámicos que muestran una fusión de elementos estilísticos de estas dos grandes regiones (Andrieu et al., 2018; Perla et al., 2021; Woodfill, 2007). Todo ello ha conducido a interpretar que las dinámicas que se desarrollaron en los diferentes sitios investigados en esta zona transicional reflejan interacciones múltiples y complejas (Andrieu et al., 2020), lo cual es visible en general en contextos de zonas fronterizas, lugares donde los habitantes locales se apropian de elementos foráneos (e.g. Halperin et al., 2020; Lighfoot y Martinez, 1995).

En ella se localiza un contexto particular, el Sistema de Candelaria (fig. 2), el cual corresponde a un sistema de cuevas que corre a lo largo de 25 km del río Candelaria (Woodfill, 2005). En general en la cosmovisión maya las cuevas son consideradas como lugares sagrados en donde se llevaban a cabo ceremonias ya que representaban la entrada al vientre de la tierra de donde emanaba la fuente de vida, y algunas de ellas eran consideradas como lugares importantes de peregrinaje (Brady y Bonor, 1993; Brady y Prufer, 2005; Vogt y Stuart, 2005). Tal es el caso de este sistema, y aunado a ello, debido a su localización, se ha propuesto que se trataba de un punto de encuentro interregional en donde se realizaban rituales por personas que también estaban involucradas en los intercambios a larga distancia, por lo que en torno a ellos giraban dinámicas no solo a nivel ritual sino también a nivel económico y político (Woodfill, 2007).

Para el período Clásico Temprano uno de los elementos que han sido considerados como un marcador de estas interacciones corresponde a una gran cantidad de fragmentos cerámicos que a nivel morfo-estilístico están asociados al centro del Petén, pero que han sido encontrados en sitios del altiplano guatemalteco (Arnauld, 1985, 1986) y la FTN, lo que ha generado diversos debates ya que se consideran como estilos foráneos (Carot, 1989; Demarest y Fahsen, 2003:164; Woodfill y Andrieu, 2012). Dentro de ellos sobresale material del tipo *Dos Arroyos Naranja Polícromo*, en el que se enfoca esta investigación (Burgos, 2012; Carot, 1987; Woodfill, 2007).

## 3. LA CERÁMICA DOS ARROYOS NARANJA POLÍCROMO Y SU HALLAZGO EN EL SISTEMA DE CUEVAS DE CANDELARIA

Dentro de estos materiales sobresale los identificados como pertenecientes al Tipo *Dos Arroyos Naranja Polícromo* (fig. 3), cuyo hallazgo tanto en el altiplano como en la FTN ha generado debates importantes, ya que han sido considerados como indicadores importantes de contactos socio-políticos y comerciales entre las TAM y las TBM (Arnauld, 1985; Carot, 1989; Woodfill, 2007; Woodfill y Andrieu, 2012).

El Tipo *Dos Arroyos Naranja Polícromo* pertenece al Grupo *Dos Arroyos* y fue establecido por Smith y Gifford (1966) mediante sus investigaciones realizadas en el sitio de Uaxactún, localizado en las TBCM. Dicho tipo cerámico es descrito como un conjunto de vasijas polícromas cuya característica principal es contar con un engobe de fondo color anaranjado y una decoración con una gama de diseños en colores rojo y negro. Dentro de sus formas se reportaron cuencos con pestañas basales y base anular, tapaderas, cántaros, cuencos con cuerpo en ángulos en forma de Z, cuencos trípodes con boca restringida, cuencos con paredes curvo-convergentes trípodes o no, platos de paredes curvo-convergentes con o sin base anular (Smith, 1955:79, 80, 130, 139-142, 146, 152-159). Y cuya producción ha sido atribuida a las TBCM durante el Clásico Temprano (Culbert y Kosakowsky, 2019:219-220; Smith y Gifford, 1966:171). No obstante, tal como se mencionó anteriormente, recipientes de este tipo cerámico han sido recolectados fuera de esta zona, particularmente en el Sistema de Cuevas de Candelaria. Y aun cuando sus características morfo-estilísticas corresponden en su mayoría a las de las producciones de la región localizada más al norte, también existen ejemplares que presentan la particularidad de contar con un engobe de color café-negro en el interior, característica inexistente en los ejemplares típicos de las TBCM pero muy común en las TAM. Esta variante ha sido denominada como variedad *Candelaria* (fig. 3b) (Woodfill, 2007).

Dicho material ha sido objeto de diversas investigaciones dentro de las que sobresalen análisis de la composición química de las pastas de algunos fragmentos con el objetivo de conocer su procedencia, en los cuales se identificó que la materia prima era local o de áreas cercanas (Burgos, 2012: 9-10, 66-55, 98-99; Woodfill, 2007: 565). Este tipo cerámico ha sido considerado como el remanente de diversos rituales realizados en dicha cuevas lugares en torno a los cuales se desarrollaban dinámicas vinculadas con la producción y consumo de bienes con connotaciones especiales, jugando así un papel importante a nivel ritual, socio-político y económico (Carot, 1982,

Woodfill, 2005, 2007, 2011). Los resultados preliminares obtenidos generaron nuevas preguntas y propuestas en particular sobre la influencia que pudieron haber tenido sitios localizados en las TBCM en las modalidades de interacción que se desarrollaban a lo largo de la ruta Pasión-Verapaz, con el fin de garantizarse el acceso a bienes del altiplano guatemalteco (Woodfill y Andrieu, 2012). Asimismo, al identificarse que existen vasijas en contextos de cuevas manufacturadas con materias primas locales nuevas interrogantes han sido replanteadas acerca de la filiación del grupo social al que pertenecían sus alfareros.

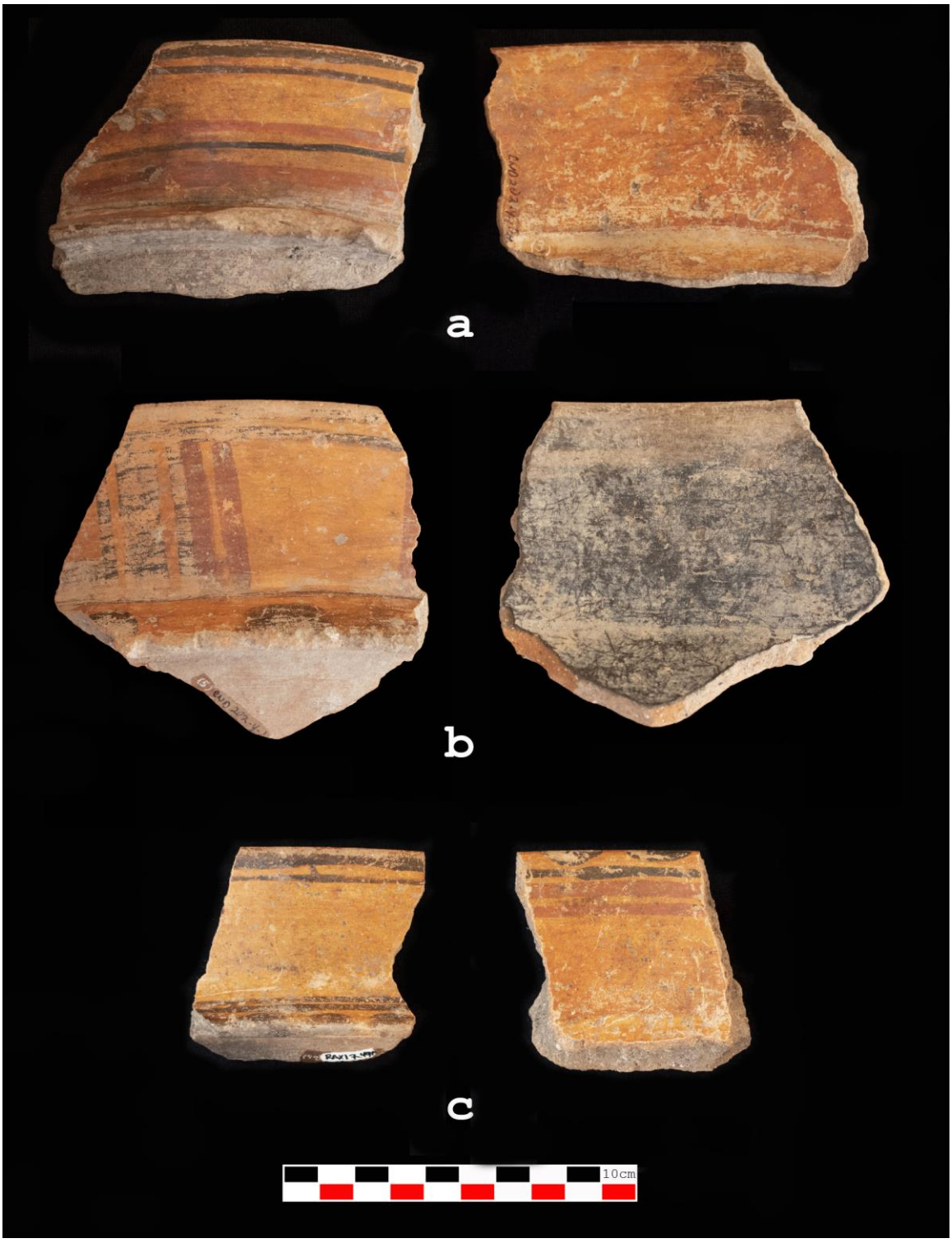



**Figura 3.** Fragmentos del Tipo Dos Arroyos Naranja Polícromo (izquierda pared exterior, derecha pared interior): a) variedad Dos Arroyos; b) variedad Candelaria; c) variedad Dos Arroyos. (Fotografías: D. Perla-Barrera)

## 4. EL CONCEPTO DE CADENA OPERATIVA

Para lograr un acercamiento a los grupos sociales involucrados en la manufactura de estos recipientes es necesario analizar dicho material desde un enfoque tecnológico, para ello en esta investigación se propone utilizar el concepto de cadena operativa. Éste fue propuesto por André Leroi-Gourhan (1965), quien describió las cadenas operativas como parte de la memoria colectiva de un grupo social determinado. El concepto puede ser definido como una secuencia de operaciones mediante las cuales una materia prima se transforma en un producto final (Cresswell, 2010:26). Mediante este enfoque es posible identificar características específicas de las poblaciones a través del reconocimiento de maneras de hacer específicas las cuales pueden ligarse a grupos sociales particulares, ya que se ha identificado una vinculación marcada entre técnicas y grupos (Roux, 2017). Esto debido a que el aprendizaje de las técnicas y de las secuencias operacionales empleadas para manufacturar un objeto se da en un contexto situado, en donde se lleva a cabo un proceso de aprendizaje a nivel individual en el cual una persona observa un modelo y lo reproduce hasta incorporar las habilidades aprendidas, y un proceso de transmisión a nivel colectivo dentro de un grupo conformado por individuos que están relacionados mediante vínculos sociales (Bril, 2015; Gosselain, 1998; Lemonnier, 1992; Roux, 2017; Rye, 1981). Es por ello que puede utilizarse para explicar cómo se constituyen socialmente ciertos artefactos ya que la repetición diaria de tecno-gestos expresan las habilidades técnicas que las personas aprenden y reproducen en el ceno de un grupo determinado (Dobres, 1999). Actualmente existen una gran diversidad de estudios sobre cadenas operativas las cuales se han llevado a cabo bajo el enfoque de la antropología de los sistemas técnicos, utilizando este concepto como herramienta metodológica principal y demostrado que dichas cadenas materializan entidades sociales (e.g. Castañeda Gómez del Campo, 2015; Lara, 2017; Roux y Courty, 2007).

A nivel metodológico, este concepto incluye tres categorías de análisis. En la primera se realiza una clasificación tecnológica utilizando diferentes escalas que van desde la observación a ojo hasta la utilización de un microscopio estereoscópico o lupa binocular, con el objetivo de identificar huellas en las paredes internas, externas y en los perfiles de los fragmentos para poder establecer grupos técnicos (Jadot, 2016:250; Roux, 2017). Los parámetros tomados en cuenta son el relieve (que incluye el perfil y la topografía de las paredes), los modos de fractura (su orientación y su perfil) y la superficie (su color, brillo, granularidad, microtopografía, estriación). Es en este nivel en donde se identifican las diferentes etapas llevadas a cabo para manufacturar una vasija: el esbozado, el conformado, el acabado y el tratamiento de las superficies (Roux, 2017). La segunda categoría analítica busca clasificar los grupos tecno-petrográficos presentes dentro de cada grupo técnico, estudiando la preparación de la pasta mediante una clasificación cualitativa y cuantitativa de sus componentes, utilizando como parámetros principales la masa fina, la fracción gruesa y la porosidad (e.g. Albero Santacrue et al., 2016; Cremonte et al., 2012; Roux, 2017). Por último, la tercera categoría analítica se basa en realizar una clasificación morfo-estilística (Roux, 2017). Esta última puede equipararse a la clasificación realizada bajo el Sistema Tipo/Variedad, un sistema ampliamente utilizado en las TBM, en el norte de las TAM de Guatemala y en la FTN que consiste en una clasificación jerárquica que incluye clases, grupos, tipos y variedades, dándole una mayor importancia al tipo cerámico que es establecido con base en características de estilo y forma (Sabloff y Smith, 1970; Willey et al., 1967).

## 5. ANÁLISIS DE MATERIALES. RESULTADOS PRELIMINARES

Tal como se mencionó anteriormente este estudio aún está en proceso, por lo que a continuación se presentarán los resultados preliminares obtenidos mediante el análisis de fragmentos procedentes del Sistema de Cuevas de Candelaria, concernientes al primer nivel de clasificación, es decir la identificación de grupos técnicos. Asimismo, es importante señalar que solamente se incluye la identificación de las etapas del esbozado y del tratamiento de superficie, debido a que la información sobre el conformado y acabado aún esta en proceso de registro. Sin embargo, a pesar de ello, estos permiten tener una idea más clara sobre la diversidad de cadenas operativas utilizadas en la manufactura de estos recipientes.

De un total de 168 fragmentos que cuentan con al menos cuerpo y pestaña se han identificado tres grupos técnicos basados en los métodos de esbozado. Los tres se caracterizan mediante la utilización de la técnica del enrollado que consiste en colocar rollos de masa arcillosa uno sobre el otro, y la diferencia entre cada caso radica en la manera de unir estos rollos (fig. 4). Estos grandes conjuntos cuentan con sus propias variantes basadas en la manera en la que la pestaña fue esbozada y cómo este elemento fue añadido al resto de la vasija, diferentes tratamientos de superficie y variaciones en las atmósferas de cocción utilizadas, así como variedades estilísticas. A continuación, se presenta una descripción resumida de cada uno de ellos para dar una idea de la diversidad de los elementos tomados en cuento durante los análisis.

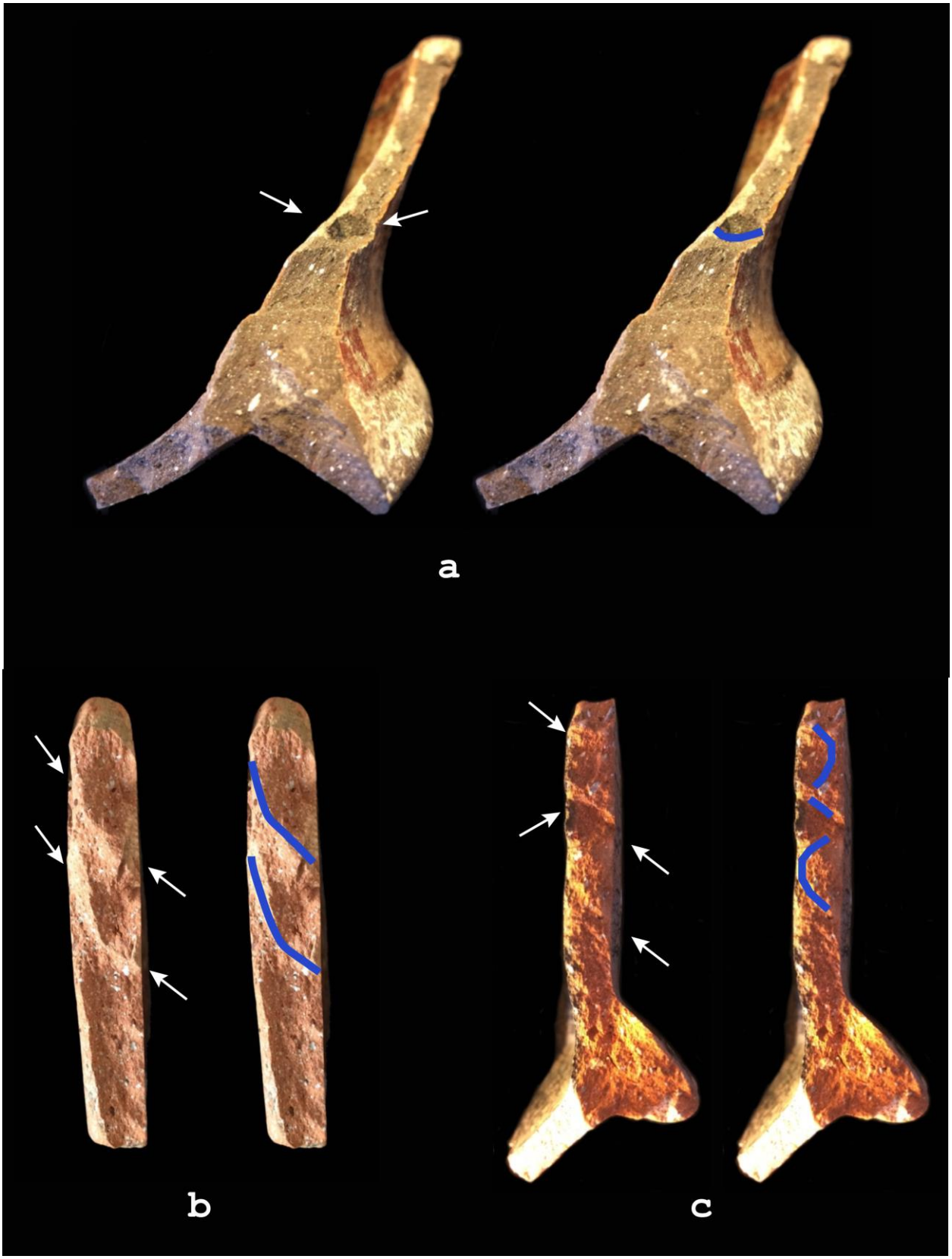



**Figura 4.** Tres grandes conjuntos identificados en la muestra: a) enrollado con unión en forma de U o recta; b) enrollado con uniones oblicuas hacia el interior; c) enrollado con uniones alternadas. (Fotografías: D. Perla-Barrera)

**Grupo técnico 1**

Esbozado: Conjunto de recipientes esbozados mediante la técnica del enrollado. Esta técnica forma parte del grupo de técnicas de esbozado que se realizan sin energía cinética rotativa (es decir sin el uso de un torno) a partir de elementos ensamblados (Lara 2017:98), en este caso de rollos de arcilla colocados uno sobre el otro y unidos mediante presiones discontinuas por pellizcado con uniones en forma de U o rectas (fig. 4a) (Roux, 2019:161). En la superficie exterior y/o interior del cuerpo se observan ondulaciones horizontales debido a la presencia de los rollos fracturas preferenciales en la unión de los rollos, algunas fisuras horizontales que corresponden a dichas ondulaciones (e.g. Roux, 2019:164).

A su vez, este grupo está integrado por tres variantes distinguidas entre sí por la manera en la que se realizó la pestaña y cómo ésta fue unida al resto de la vasija. La primera variante presenta pestañas realizadas, al parecer, con dos elementos ensamblados uno sobre otro, y fue unida al resto de la vasija mediante una unión recta. Para la segunda variante la manera de esbozar la pestaña permanece indeterminada, sin embargo, fue posible identificar que la pestaña está adherida al cuerpo con una unión recta. Por último, para la tercera variante la pestaña parece contar con un elemento ensamblado agregado sobre ella, mientras que la unión con el resto de la vasija parece ser "incrustada" en lugar de recta.

Tratamiento de superficie por recubrimiento: En cuanto al tratamiento de superficie por recubrimiento, se identificaron dos variantes. La primera corresponde al uso de pre-engobe y engobe en el interior y exterior del cuerpo, en la parte superior de la pestaña y en la parte interior del fondo. Mientras que la segunda se diferencia de la anterior debido a que no presentó pre-engobe en la parte interior del cuerpo y del fondo.

Cocción: Hasta ahora ha sido posible reconocer dos tipos de atmósferas de cocción para este conjunto de recipientes: oxidante y reductora. La atmósfera oxidante da como resultado que en el perfil de un fragmento cerámico se observe una pasta de tonos ocre y la ausencia de una sección en el centro de color más oscura denominada comúnmente como núcleo negro. La atmósfera reductora corresponde a un núcleo negro.

Grupo morfo-estilístico: En lo que concierne el tercer nivel, es decir la clasificación por grupos morfo-estilísticos, se identificaron dos variedades: Dos Arroyos, la cual cuenta con un engobe de color anaranjado en el interior; y Candelaria que presenta un engobe café-negro en el interior.

**Grupo técnico 2**

Esbozado: Conjunto igualmente esbozado mediante la técnica del enrollado, sin la utilización de energía cinética rotativa. En este caso los rollos fueron colocados mediante presiones discontinuas por aplastado con uniones oblicuas hacia el interior del recipiente (fig. 4b) (Roux, 2019:161). En este caso en la superficie exterior y/o interior se observan ondulaciones horizontales debido a la presencia de los rollos, fracturas preferenciales en la unión de los rollos y algunas fisuras horizontales que corresponden a dichas ondulaciones (e.g. Roux, 2019:164).

Este grupo está integrado por tres variantes distinguidas entre sí por la manera en la que se esbozó la pestaña y la manera en la que fue unida al resto de la vasija. En la primera variante la pestaña parece estar realizada con dos elementos ensamblados uno sobre otro y contar con una unión recta. En el caso de la segunda variante, no fue posible identificar la manera de esbozar la pestaña, pero si pudo observarse que su unión con el resto del recipiente es recta. Para la tercera variante la pestaña parece estar esbozada con dos elementos ensamblados pero su unión parece ser más bien incrustada.

Tratamiento de superficie por recubrimiento: En cuanto al tratamiento de superficie por recubrimiento, se identificaron tres variantes, las dos anteriormente descritas y una tercera que corresponde a la ausencia de pre-engobe y a la presencia engobe en el interior y exterior del cuerpo, parte superior de la pestaña y parte interior del fondo.

Cocción: Al igual que en el caso del conjunto anterior, fue posible reconocer dos tipos de atmósferas de cocción: oxidante y reductora.

Grupo morfo-estilístico: En este conjunto se identificaron igualmente las dos variedades antes mencionadas, Dos Arroyos y Candelaria.

**Grupo técnico 3**

Esbozado: Conjunto esbozado mediante la técnica del enrollado, sin la utilización de energía cinética rotativa, diferente al resto debido a que los rollos fueron colocados mediante presiones discontinuas por aplastado con uniones alternadas (fig. 4c) (Roux, 2019:161). Este conjunto presenta en la superficie exterior y/o interior ondulaciones horizontales debido a la presencia de los rollos fracturas preferenciales en la unión de los rollos, algunas grietas horizontales que corresponden a dichas ondulaciones. Por su parte en secciones con corte fresco en los perfiles, la masa fina (masa arcillosa), la fracción gruesa (partículas incluidas naturalmente en la arcilla o añadidas por el ser humano) y las porosidades (grietas, fisuras o vacíos) cuentan con una orientación preferencial en "zigzag" o en forma de "S" (e.g. Lara, 2017:131-135; Roux, 2017:204-205).

Este grupo está integrado, a su vez, por cuatro variantes distinguidas entre sí por la manera en la que se esbozó la pestaña y la manera en la que fue unida al resto de la vasija. La primera se caracteriza por contar con pestañas realizadas, al parecer, con dos elementos ensamblados uno sobre otro, y unidas al resto de la vasija mediante una unión recta. En la segunda variante la manera de esbozar la pestaña es indeterminada, no obstante, se identificó que la pestaña está adherida al cuerpo con una unión recta. Para la tercera variante la pestaña parece estar esbozada con dos elementos ensamblados, uno sobre otro, pero unida al resto del recipiente de manera "incrustada". Por último, la cuarta variante cuenta con una pestaña cuyo esbozado no ha sido posible de identificar y con una unión "incrustada" al resto de la vasija.

Tratamiento de superficie por recubrimiento: En cuanto al tratamiento de superficie por recubrimiento, se identificaron dos variantes. En la primera los fragmentos presentan pre-engobe y engobe en el interior y exterior del cuerpo, en la parte superior de la pestaña y en la parte interior del fondo. Por su parte en la segunda, no cuentan con pre-engobe en la parte interior del cuerpo y del fondo.

Cocción: Al igual que en el caso anterior, fue posible reconocer dos tipos de atmósferas de cocción: oxidante y reductora.

Grupo morfo-estilístico: Igualmente se identificaron las dos variedades Dos Arroyos y Candelaria.

## 6. DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Hasta ahora ha sido posible identificar un total de 22 ramificaciones que se desprenden de los 3 grupos técnicos, las cuales sin duda se multiplicarán cuando se cuenten con los datos sobre las etapas del conformado y alisado, así como sobre los grupos petrográficos. A pesar de ello, es evidente que existe una gran diversidad de técnicas utilizadas para manufacturar recipientes que estilísticamente son similares o iguales, lo que indica que existía una multiplicidad de grupos de alfareros involucrados en la fabricación de dicho material, haciéndola una colección muy heterogénea.

Y, de hecho, esta heterogeneidad coincide con información reportada en otros sitios considerados como lugares de culto y de peregrinaje en Asia y Europa, por ejemplo. Roux y Courty (2005, 207) investigaron una serie de asentamientos localizados en el Levante Sur. De manera interesante reportan que para la mayoría de los sitios clasificados como habitacionales, identificaron una homogeneidad en cuanto a las técnicas mientras que para sitios clasificados como ceremoniales y funerarios se encontró una alta heterogeneidad. Por su parte, Manem (2010) reportó este mismo patrón en cuevas localizadas al noroeste de Francia. Como conclusión dichos investigadores exponen que sitios en donde pudieron existir concentraciones de materiales depositados con fines rituales y/o funerarios presentan una gran cantidad de técnicas utilizadas en la manufactura de recipientes cerámicos.

Estos resultados preliminares permiten desde ya profundizar en la comprensión de la complejidad de las modalidades de interacción que se desarrollaban en la FTN, particularmente en el Sistema de Cuevas de Candelaria, con una diversidad de grupos de alfareros involucrados, lo que sugiere una gran diversidad en las personas que llegaron hasta estas cuevas para realizar sus rituales. Por último, se espera que con la inclusión de los datos faltantes sobre el conformado, acabado y, sobre todo, grupos petrográficos permitirá precisar la afiliación cultural de los grupos de productores de estos recipientes, para por un lado responder a las preguntas ya existentes y por otro plantearse nuevas interrogantes sobre las relaciones que se llevaban a cabo entre los habitantes de las distintas regiones mayas durante el Clásico Temprano.

## BIBLIOGRAFÍA

Adams, R. (1978): Routes of communication in Mesoamerica: The Northern Guatemalan Highlands and the Petén. En Lee, T. A. y Navarrete, C (eds.): *Mesoamerican communication routes and cultural contacts*: 27-35. Provo: Brigham Young University.

Albero Santacreu, D., Melis, M. G. y Vicens, G. M. (2016): Landscape construction in southern Sardinia in the 4th Millennium BC: an approach using clay procurement. *Periodico di Mineralogia* 85:137-152. https://doi.org/10.2451/2016PM607

Andrieu, C., (2009): *Outils mayas, distribution et production du silex et de l'obsidienne dans les Basses Terres.* Tesis doctoral. Nanterre: Université Paris Ouest Nanterre-La Défense.

Andrieu, C., Sion, J., Perla-Barrera, D., Quiñónez, J., Cambranes, R., Tox, E. y Trabanino, F. (2020): Raxruha Viejo: la historia de una frontera cambiante entre Tierras Altas y Bajas Mayas". En Arroyo, B., Méndez Salinas, L., Ajú Álvarez, G. (eds.): *XXXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2019*. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Andrieu, C., Sion, J., Torres, P., Demarest, A., Aldana, M., Cambranes, R., Díaz, A., Estrada, P., Quinónez, J., Saravia, J. F. y Tox, E. (2018): "Raxruha Viejo, una ciudad frontera entre Tierras Altas y Bajas". En Arroyo, B., Méndez Salinas, L. y Ajú Álvarez, G. (eds.): *XXXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2017*: 69-79. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Arnauld, M. Ch. (1985): La céramique de la structure A-7 de La Lagunita. En Ichon, A. y Arnauld, M.-Ch., (eds.): *Le protoclassique à La Lagunita, El Quiché, Guatemala*. Paris: CNRS.

(1986): *Archéologie de l'habitat en Alta Verapaz (Guatemala)*. Collection Etudes Mésoaméricaines 10. Mexico: CEMCA.

(1990): El comercio clásico de obsidiana: rutas entre Tierras Altas y Tierras Bajas en el área maya. *Latin American Antiquity* 1 (4): 347-367. Cambridge: Cambridge University Press.

Bachand, B. (2010): Onset of the Early Classic Period in the Southern Maya Lowlands: New Evidence from Punta de Chimino, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 21 (1): 21-44.

Barrios, E. (2006): *Tres Islas: un puesto de control comercial en el río La Pasión. Seminario de Técnico en Arqueología*. Guatemala: Centro Universitario de Petén, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Barrios, E. y Quintanilla, C. (2008): Tres Islas: un pequeño centro de comercio de las Tierras Bajas en el río Pasión, Sayaxché, Petén. En Laporte, J.P., Arroyo, B. y Mejía, H (eds.): *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2007*: 214-238. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Brady, J. y Bonor Villarejo, J. L. (1993): Las cavernas en la geografía sagrada de los mayas. En Iglesias Ponce, M. J. y Ligorred, J. (eds.): *Perspectivas antropológicas en el mundo maya*. Madrid: Sociedad Española de Estudios Mayas.

Brady, J. y Prufer, K. (2005): Maya cave archaeology, a new look at religion and cosmology. En Prufer, K. y Brady, J. (eds.): *Stone houses and earth lords: maya religion in the cave context*: 365-379. Boulder: University Press of Colorado.

Bril, B. (2015): Learning to use tools: a functional approach to action. En Filliettax, L. y Billette, S. (eds): *Francophone perspectives of learning through work*. Cham: Springer International Publishing Switzerland.

Burgos, W. (2012): *La cerámica Dos Arroyos en los rituales del Sistema de Cuevas de Candelaria, Alta Verapaz, durante el Clásico Temprano*. Tesis de Licenciatura en Arqueología. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Canuto, M. y Barrientos, T. (2013): The importance of La Corona". *La Corona Notes 1* (1): 1-5. (http://www.mesoweb.com/LaCorona/LaCoronaNotes01.pdf).

Carot, P. (1982): L'occupation préhispanique des grottes de l'Alta Verapaz. *Journal de la Société des Américanistes* 68: 27-32.

(1989): *Arqueología de las cuevas del norte de Alta Verapaz*. Cuadernos de Estudios Guatemaltecos I. México: CEMCA.

Castañeda Gómez del Campo, A. (2015): *La cerámica Xajay: una aproximación tecnológica y cognitiva a través de cadenas operatorias*. Tesis de Maestría en Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.

Cresswell, R. (2010): Technique et culture: les bases d'un programme de travail. *Technique & Culture* (en línea), 54-55, Vol. 1: 23-45.

Cremonte, M. B. y Pereyra Domingorena, L. (2013): *Atlas de pastas cerámicas arqueológicas. Petrografías de estilo alfareros de NOA*. Jujuy: Universidad Nacional de Jujuy.

Culbert, P. y Kosakowsky, L. (2019): *The ceramic sequence of Tikal. Tikal Report No. 25B*. University Museum Monograph 152. Filadelfia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

Demarest, A., Andrieu, C., Torres, P., Forné, M., Barrientos, T. y Wolf, M. (2014): Economy, exchange, and power: new evidence from the Late Classic Maya port city of Cancuen. *Ancient Mesoamerica* 25 (2): 187-219. Cambridge: Cambridge University Press.

Demarest, A. y Fahsen, F. (2003): Nuevos datos e interpretaciones de los reinos occidentales del Clásico Tardío: hacia una visión sintética de la historia Pasión/Usumacinta. En Laporte, J. P., Arroyo, B., Escobedo, H. y Mejía, H. (eds.): *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002*: 160-176. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Dobres, M.-A. (1999): Technology's links and chaînes: the processual unfolding of technique and technician. En Dobres, M.-A. y Hoffman, C. (eds.): *The social dynamics of technology: practice, politics and world views*. Washington: Smithsonian Institution Press.

Gosselain, O. (1998): Social and technical identity in a clay crystal ball. En Stark M. (ed.): *The archaeology of social boundaries*. Washington: Smithsonian Institution Press.

Halperin, C., Freiwald, C. y Iannone, G. (2020): Introduction to the special section: borders, frontiers, and boundaries in maya world: concepts and theory. *Ancient Mesoamerica*, 31:453-460. Cambridge: Cambridge Univesity Press.

Hammond, N. (1978): Cacao and cobaneros: an overland trade rout between the maya Highlands and Lowlands. En Lee, A. Jr. y Navarrete, C. (eds.): *Mesoamerican communication routes and cultural contacts*: 19-25. Provo: New World Archaeological Foundation, Brigham Young University, Papers of the New World Archaeological Foundation No. 40.

Jadot, E. (2016): *Productions céramiques et mobilités dans la région tarasque de Zacapu (Michoacán, Mexique). Continuités et ruptures techniques entre 850 et 1450 apr. J.-C.* Tesis de Doctorado en Arqueología. Paris: Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Lara, C. (2017): *Aportes del enfoque tecnológico a la arqueología precolombina: pasado y presente de la alfarería en el valle del río Cuyes y su región (Andes sur-orientales del Ecuador)*. Paris Monographs in American Archaeology 47. Oxford: Archaeopress Publishing.

Lemonnier, P. (1992): *Elements for an anthropology of technology*. Anthropological Papers, Museum of Anthropology No.88. Michigan: Universidad de Michigan.

Leroi-Gourhan, A. (1965): Le geste et la parole. La memoire et les rythmes. Sciences d'aujourd'hui. Paris: Albin Michel.

Lightfoot, K. G. y Martinez, A. (1995): Frontiers and boundaries in archaeological perspective. *Annual Review of Anthropology*, Vol. 24: 417-492.

Manem, S. (2010): Des habitats aux site de rassemblement à vocation rituelle. L'âge du Bronze selon le concept de "chaîne opératoire". *Les Nouvelles de l'archéologie* No. 119: 30-36. https://doi.org/10.4000/nda.965

Marcus, J. (1983): Lowland maya archaeology at the crossroads. *American Antiquity* 48 (3): 454-488. Cambridge: Cambridge University Press.

Moholy-Nagy, H. (1997): Middens, construction fill, and offerings: evidence for the organization of Classic Period craft production at Tikal, Guatemala. *Journal of Field Archaeology* 24 (3): 293-313. Boston: Boston University.

Monterroso, M. (2007): Investigaciones en el norte de Alta Verapaz: El sitio arqueológico La Lima. En Laporte, J.P., Arroyo, B. y Mejía, H. (eds.): *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006*: 310-330. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Perla-Barrera, D., Sion, J., Andrieu, C. y Tuyuc, F. (2021): La cerámica de la región de Raxruhá Viejo (Alta Verapaz): primeros acercamientos tipológicos, cronológicos y tecnológicos". En: *Memoria IV Ciclo Anual de Conferencias Arqueológicas 2021*: 197-218. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Historia, Instituto de investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas.

Roux, V. (en col. con Courty, M.-A.) (2017): *Des céramiques et des hommes. Décoder les assemblages archéologiques*. Nanterre: Presses universitaires de Paris Nanterre.

(2019): *Ceramics and society. A technological approach to archaeological assemblages*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03973-8

Roux, V. y Courty, M.-A. (2005): Identifying social entities at a macro-regional level: Chalcolithic ceramics of South Levant as a case study. En Livingstone-Smith, A., Bosquet, D. y Martineau, R. (eds.): *Pottery manufacturing processes: reconstruction and interpretation*: 201-214. BAR International Series 1349. Oxford: Archaeopress.

(2007): Analyse techno-pétrographique céramique et interprétation fonctionnelle des sites: un example d'application dans le Levant Sud chalcolithique. En Bain, A., Chabot, J. y Moussette, M. (eds): *La mesure du passé: contributions à la recherche en archéométrie (2000-2006)*: 153-168. BAR International Series 1700. Série archéométrie 5. Oxford: Archaeopress Publishing.

Rye, O. (1981): *Pottery Technology, Principles and Reconstruction*. Manuals of Archaeology 4. Washington: Taraxacum Press.

Sabloff, J. y Smith, R. (1970): Ceramic wares in the maya area: a clarification of an aspect of the Type-Variety System and presentation of a formal model for comparative use. *Estudios de Cultura Maya*, Vol. VIII: 97-115. México: Facultad de Filosofía y Lecturas/Coordinación de Humanidades, Centro de Estudios Mayas, UNAM.

Smith, R. (1955): *Ceramic sequence at Uaxactun, Guatemala*. Carnegie Institution of Washington. Publication No. 20. Volume 1. Middle American Research Institute, New Orleans: Tulane University.

Smith, R. y Gifford, J. (1966): *Maya ceramic varieties, types and wares at Uaxactun: supplement to "ceramic sequence at Uaxactun, Guatemala.* Middle American Research, Publication No. 28. New Orleans: Tulane University.

Torres, P., Demarest, A., Tuyuc, C. F., Cotom, J., Saravia, J. F., Joaquin, E., Luin, L. y Saravia, M. (2020): Investigaciones en el sitios La Linterna II: ¿un puesto comercial de Petén o un colaborador económico independiente de los mayas de las Tierras Bajas del período Clásico? En Arroyo, B., Méndez Salinas, L., y Ajú Álvarez, G. (eds.): *XXXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2019:* 1037-1044. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Vogt, E. Z. y Stuart, D. (2005): Some notes on ritual caves among the ancient and modern maya. En Brady, J. E. y Prufer, K. M. (eds): *In the maw of the earth monster. Mesoamerican ritual cave use*: 155-185. Austin: University of Texas Press.

Willey, G., Culbert, P. y Adams, R. (1967): Maya lowland ceramics: a report from the 1965 Guatemala City conference". *American Antiquity* 32 (3): 290-315. Cambridge: Cambridge University Press.

Woodfill, B. (2005): Investigaciones arqueológicas en las Cuevas Candelaria y La Lima, Alta Verapaz, Guatemala. http://www.famsi.org/reports/02083es/02083esWoodfill01.pdf

(2007): *Shrines of the Pasión-Verapaz Region, Guatemala: ritual and exchange along an ancient trade route*. Tesis de Doctorado en Filosofía. Nashville: Vanderbilt University.

(2011): The central role of cave archaeology in the reconstruction of Classic Maya culture history and Highland-Lowland interaction. *Ancient Mesoamerica* 22 (2): 213-227. Cambridge: Cambridge University Press.

Woodfill, B. y Andrieu, C. (2012): Tikal's Early Classic domination of the great western trade route: ceramic, lithic and iconographic evidence. *Ancient Mesoamerica* 23 (2): 189-209. Cambridge: Cambridge University Press.

Woodfill, B., Dillon, B., Wolf, M., Avendaño, C. y Canter, R. (2015): Salinas de Los Nueve Cerros, Guatemala: a major economic center in the Southern Maya Lowlands. *Latin American Antiquity* 26 (2): 162-179. Cambridge: Cambridge University Press.

# CERÁMICA DE CONTACTO EN TERRA FIRME – SIGLO XVI

**Luz Adriana Alzate Gallego***

**RESUMEN**

La esquina noroccidental de Suramérica conocida como la frontera Colombo-panameña o Región del Darién, fue un territorio explorado, conquistado y colonizado por diferentes huestes provenientes de la Península Ibérica durante la primera mitad del sigo XVI. Después de hacer escala en las Antillas, continuaban hacia el Continente llamado inicialmente como "Terra Firme" ataviados de mobiliarios, menajes y diferentes enseres que por diversas circunstancias iban quedando esparcidos a lo largo de sus travesías y en los posteriores asentamientos.
Brevemente se expondrá la relación existente entre los sitios coloniales de San Sebastián de Urabá (SASU), Santa María de la Antigua del Darién (SMAD) y Nuestra Señora de la Asunción de Panamá (PAPV), como tres emplazamientos españoles sucesivos en la franja de Terra Firme del siglo XVI.
Metodológicamente se ha planteado una propuesta de trabajo con enfoque cualitativo y cuantitativo, es decir de carácter mixto.
Los datos obtenidos aportan una nueva perspectiva del mundo colonial americano en cuanto a la cultura material representada en la cerámica que se importó en las colonias españolas y su relación con las producciones de cerámica local.

***Palabras clave: Darién, cerámica, conquista, colonia, arqueometría, arqueología histórica.***

**ABSTRACT**

The northwestern corner of South America known as the border colombo-panameña or Darien Region was an explored, "conquered" and colonized territory by different peninsular troops during the first half of the 16th century. After making a stopover in the Antilles, they continued towards the continent initially called "Terra Firme" dressed in furniture, kitchenware and different belongings that, due to various circumstances, were left scattered throughout their journeys and in subsequent settlements.
Briefly, I will explain the relationship between the colonial sites of San Sebastian de Uraba (SASU), Santa Maria de la Antigua del Darién (SMAD) and Nuestra Señora de la Asuncion de Panama (PAPV), as three successive Spanish sites in the "Terra Firme" of the sixteenth century.
Methodologically, a work proposal has been proposed with a qualitative and quantitative approach, that is, of a mixed nature. The information obtained offer a new perspective of the American colonial world in terms of the material culture represented in the pottery imported to the Spanish colonies and its relation with productions of local pottery.

***KEYWORDS: Darién, ceramics, conquest, colony, archaeometry, historical archaeology.***

* Antropóloga Universidad de Antioquia, Colombia. Doctora en Arqueología Universitat de Barcelona, España. Email: luzalzate234@hotmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

Los datos y apreciaciones que se expondrán a continuación hacen parte de una serie de preguntas de investigación surgidas al inicio del andar universitario en la década de los 90. Esas preguntas abordaban temas que yo consideraba académicamente incompletos en ese momento. La primera pregunta planteada fue muy elemental: Solo apuntaba a una curiosidad casi infantil de saber *dónde yacían las pertenencias y enseres que llevaban los españoles en sus travesías por esos territorios tropicales, lluviosos, pantanosos y casi siempre mal sanos para ellos.*

Sabía que había mucho más de lo que se exponía en los museos porque la arquitectura que surge de la ocupación de las nuevas tierras, hacía pensar en un mobiliario y menaje abundante que ocupaba esos espacios. Imaginaba muchos enseres llevados desde Europa los cuales usaban, rompían o desechaban, a veces por los caminos. Para mi era obvio en ese momento que los europeos habían tenido que usar los menajes indígenas y empezar a remplazar lo europeo por manufacturas locales o integrar producciones de sus propios alfareros ibéricos quienes conocían los gustos y tradiciones de los viajeros que se instalaban como colonos. Esas inquietudes tan elementales fueron encontrando repuesta décadas después en los resultados de otros investigadores a lo largo del Continente confirmando así mis sospechas preliminares.

Esta breve presentación expone resumidamente la manera metodológica como se empezaron a responder esas preguntas elementales y cómo se abordó el tema de las sociedades en contacto del siglo XVI.

## 2. ANTECEDENTES

Estando en la Universidad, cierto día escuche hablar casualmente de un sitio llamado *Santa María de la Antigua del Darién* y de las múltiples exploraciones y sondeos que se habían realizado en el sitio en diferentes periodos y relativamente espaciados en el tiempo. Se trataba de un asentamiento español, supuestamente perdido en la selva y del cual se habló frecuentemente en las crónicas de los primeros años del siglo XVI. Esos relatos habían llamado la atención de muchos exploradores, entre ellos uno muy famoso: El Rey Leopoldo III de Bélgica quien excavó allí en 1956; pero antes y después del Rey pasaron numerosos viajeros, historiadores entre los cuales hubo panameños, españoles, venezolanos y colombianos, entre otros. También hubo geógrafos, misioneros, políticos, exploradores norteamericanos, personas retiradas de la Armada Nacional y algunos arqueólogos (Acevedo, 1943; Severino, 1956; Verlinden et al., 1958; Reverte, 1968; Arcila, 1975; Mesa, 1986).

De los materiales que se fueron extrayendo del sitio solo se tenía noticia de los que habían sido trabajados por el Antropólogo Graciliano Arcila Vélez durante sus investigaciones. Tanto la cerámica indígena del sitio, como la de procedencia europea fueron resguardadas durante muchos años en los depósitos del Museo Universitario de la Universidad de Antioquia. Gracias al interés y apoyo logístico de las directivas del Museo se pudo acceder a los materiales que no habían sido clasificados ni identificados tipológicamente. Gran volumen de material había caído en el olvido, se encontraba mezclado con otros materiales y en avanzado proceso de deterioro (figura 1: a, b y c).

**Figura 1**: a,b,c. Algunos materiales procedentes de SMAD y su proceso clasificatorio (ALGA 2014)

Paradójicamente, desde la academia muchos profesores y algunos investigadores consideraban que no era relevante el estudio de estos materiales por considerarlos recientes, dando así la espalda a un periodo histórico aun por contrastar desde la evidencia material. Lo cierto es que el rechazo de los académicos apuntaba a la carga histórica y la procedencia de la cultura material del periodo de Conquista y Colonia. Los esfuerzos académicos estaban enfocados principalmente en la clasificación y análisis de materiales indígenas prehispánicos como una forma de poner en valor las sociedades indígenas del pasado y dignificar las presentes. Otros solo se limitaban a los argumentos individuales que denigraban del pasado hispánico en América.

Pese al recelo de los colegas y rompiendo con esa tendencia, se procedió a una clasificación previa de la cultura material importada que no había sido identificada antes para la región de Antioquia y que básicamente se trataba de una tradición europea cerámica de la Baja Edad Media entremezclada con diferentes evidencias en la estratigrafía local. A esto se le empezó a llamar de manera global *culturas o sociedades en contacto*.

Por cuestiones logísticas y de seguridad en la región del Darién colombiano, pasaron muchos años sin poder llegar hasta Santa María de la Antigua. Superado este escollo, se pudo comprobar *in situ* que no se trataba de un lugar perdido en la selva, que con frecuencia afloraban trozos de cerámica y metal en diferentes predios y que aun estaba en pie la capilla que el Antropólogo Graciliano Arcila animó a levantar 1992 en honor a la Virgen convirtiendo el sitio en un santuario de peregrinación mariana anualmente (figura 2).

**Figura 2.** Capilla Santuario construida sobre el yacimiento arqueológico.
Detalle de remoción de tierra para otra construcción frente a la capilla (ALGA 2009)

Después se contemplo la posibilidad de estudiar el antes y el después de Santa María de la Antigua, así que se propuso recorrer el sitio donde se cree que se asentaron inicialmente las primeras huestes españolas antes de cruzar el Golfo de Urabá. Según los cronistas en 1509 se levantó una especie de empalizada que no llegó a convertirse ni en fuerte de defensa y que los españoles llamaron *San Sebastián de Urabá* (Oviedo, 1529; Romoli, 1955; Itzel, 2009). Gracias a los integrantes de la Asociación Cultural Pedazos de Nuestra Historia del municipio de Necoclí, se pudo hacer un reconocimiento visual de los posibles lugares donde presuntamente estuvo asentado este efímero poblado.

Posteriormente se amplió el tema de investigación hacia el occidente de la serranía y se abordó el sitio de Panamá La Vieja fundado en 1519 por los mismos colonos de Santa María de la Antigua. En este lugar se dio extensión a la colonia española del Darién y se concretó en cierta medida las aspiraciones colonialistas que se habían proyectado desde 1510 al fundar La Antigua.

En resumen, se ha analizado el objeto de estudio el cual evoluciona a lo largo de un periodo de tiempo de forma progresiva es decir *diacrónicamente*, en este caso particular se aplica a los tres sitios coloniales. A su vez, se enfatiza en un momento histórico concreto es decir *sincrónicamente*, con el fin de explicar sucesos puntuales. Ejemplo de ello ha sido el caso de la fundación de Santa María de la Antigua del Darién, como un hecho particular dado en un espacio y tiempo concreto. Santa María fue el eje conductor que permitió investigar hacia atrás y hacia adelante en el tiempo diferentes acontecimientos históricos en la región del Darién.

Este proceso de investigación y sus resultados han quedado explicados en la tesis doctoral titulada *Arqueología Histórica y Arqueometría para el Estudio de la Cerámica Colonial en Fundaciones de Terra Firme – Siglo XVI* (2016). El títu-

lo procura condensar el tema a tratar y el objeto de estudio dentro de en un espacio y tiempo concreto.

## 3. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

Con el nombre de Terra Firme se conoció en los primeros años del siglo XVI, las costas continentales que van desde el Cabo de la Vela en Colombia hasta el Cabo Gracias a Dios en lo que hoy día es la frontera entre Honduras y Nicaragua (Figura 3). Con los años los españoles fueron dividiendo y repartiendo el extenso territorio en Gobernaciones y una de ellas fue la Gobernación de Castilla de Oro con su capital en *Santa María de la Antigua del Darién*.

En esta extensa franja de tierra hubo varios intentos fallidos de fundaciones españolas. Muchas desaparecían debido al continuo hostigamiento de la población local que defendía su territorio de los continuos saqueos españoles y sus intentos de instalarse definitivamente.

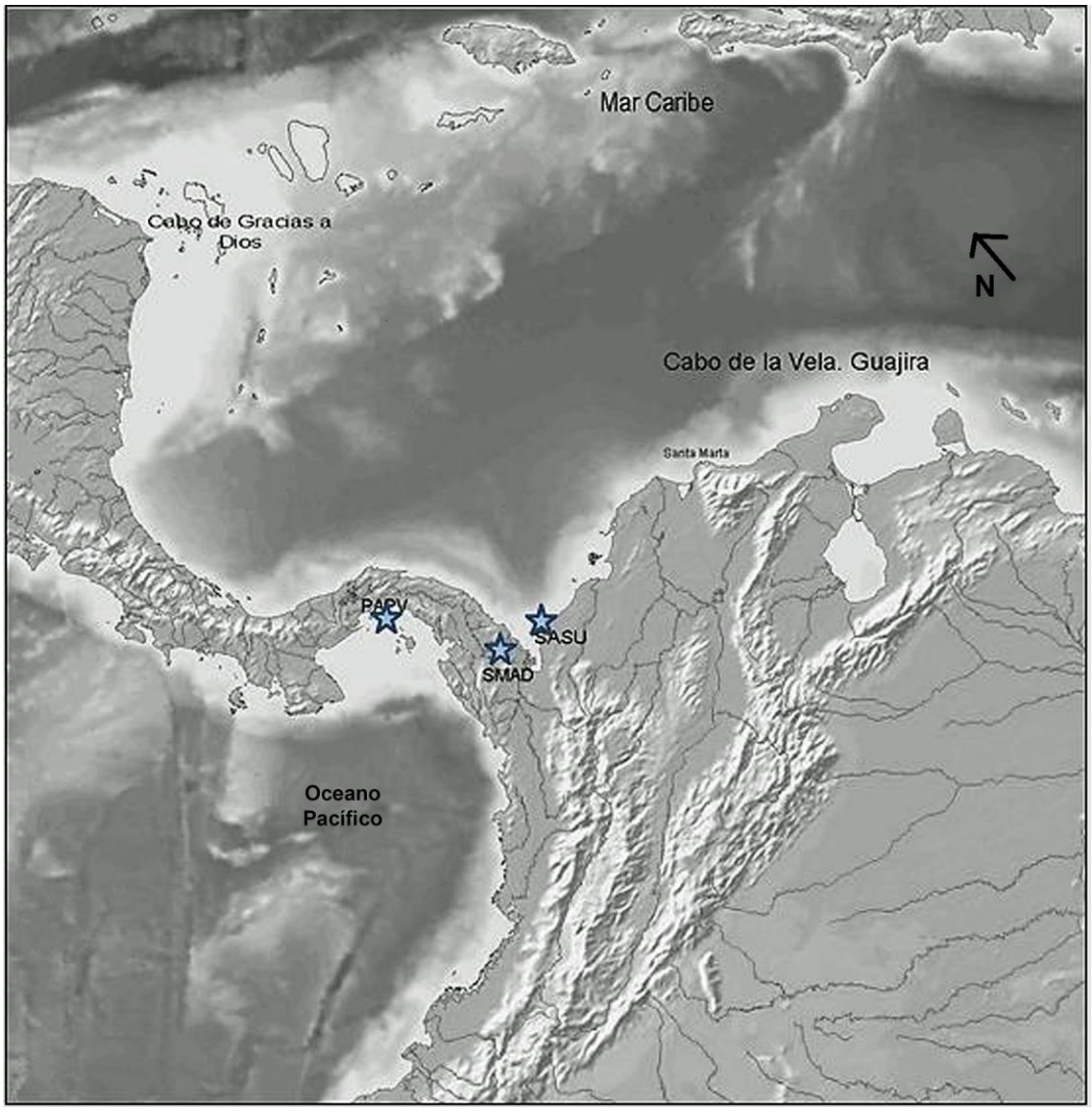



**Figura 3.** Franja de Terra Firme en el Siglo XVI: Desde Cabo de la Vela en la Guajira, Colombia hasta Cabo Gracias a Dios en la frontera entre Honduras y Nicaragua. Plantilla de Mapa base tomado de https://www.google.es/

San Sebastián de Urabá fue uno de tantos intentos por asentarse en la región costera del continente. El sitio está ubicado al norte de Colombia en el Dpto. de Antioquia cerca al municipio de Necoclí en una especie de colinas bajas frente a la costa del Mar Caribe.

Por su parte Santa María de la Antigua del Darién fue el segundo intento de fundación en la zona cuando los españoles asediados por la población local de San Sebastián debieron huir, cruzaron el Golfo de Urabá y se asentaron al occidente entre las colinas bajas del pie de monte de la Serranía del Darién y la margen izquierda del río Atrato.

En 1519 el Gobernador Pedrarias Dávila decidió trasladar ese asentamiento que había alcanzado el titulo de "ciudad", al otro lado de la Serranía o del Tapón del Darién. En consecuencia, el sitio fue abandonado gradualmente y sus pobladores trasladaron todo lo que se podía arrastrar en medio de la selva hasta llegar a lo que hoy día se conoce como Panamá La Vieja en la costa Pacifica o en su momento, la fundación de Nuestra Señora de la Asunción de Panamá. Hoy día es reconocido el sitio como "Complejo Monumental Histórico de Panamá Viejo" (Romoli, 1955; Mendizábal, 2005; Castillero, 2006; PAPV 2006; Mena, 2011).

## 4. ESTRUCTURA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Se planteó una investigación con enfoque cualitativo y cuantitativo con el fin de cotejar e integrar datos de diferente tipo como lo son los registros arqueológicos, los documentos históricos, la observación etnográfica, los análisis físico-químicos, entre otros. Como objetivo principal se procuró explicar desde una perspectiva arqueológica y arqueométrica, la relación existente entre los sitios coloniales de *San Sebastián de Urabá, Santa María de la Antigua del Darién* y *Nuestra Señora de la Asunción de Panamá*, como tres fundaciones españolas sucesivas en la franja de *Terra Firme*.

Algunos objetivos específicos apuntaban hacia el planteamiento de un marco histórico conceptual que permitiera comprender el contexto en el que pudo haberse usado diferentes tipos de cerámica, diferenciando entre manufactura local e importada. Se propuso caracterizar arqueométricamente la cerámica seleccionada, con el fin de plantear grupos químicos de referencia (GR) y las unidades de referencia composicional de pasta (URCP). También se valoró la posible dispersión cerámica y su *proveniencia*, teniendo en cuenta diferencias tecnológicas de la cerámica local y de la cerámica importada. Asimismo se identificaron ciertas pautas de adaptación por parte de los españoles; pautas que les permitía alcanzar el objetivo de convertir un asentamiento provisional en una colonia permanente en tierras indígenas.

### *4.1. Enfoque Cualitativo*

Se toma como punto de apoyo la *Arqueología Histórica* la cual surge como una solución en la búsqueda de alternativas metodológicas para abordar el material cerámico de contacto. Esta línea de investigación marcó las pautas para contextualizar datos sobre la cotidianidad de los colonos en América. Esta se conoce de forma parcial a través de las crónicas y por las interpretaciones historiográficas modernas. Ello implicó una revisión general de las *Fuentes Documentales históricas, etnohistóricas y etnoarqueológicas* las cuales dejan entrever el uso permanente y creciente de diversos tipos de cerámica en todo el periodo Colonial (Alzate, 2011).

Para conocer un poco mejor la cultura material introducida por los españoles, se hizo una breve revisión histórica del modo de vida de la sociedad peninsular durante la Baja Edad Media (BEM). De otro lado tenemos las fuentes pictóricas que retratan el uso de ciertos objetos desconocidos en el mundo amerindio antes de la Conquista como fue el caso de las vajillas hechas en torno, cocidas a altas temperaturas y vidriadas en su proceso final. También se consultaron los fondos del Archivo General de Indias en Sevilla (A.G.I), donde se encuentra de forma copiosa pero sistemáticamente organizada la información del área, con los términos "Darién", "Panamá" o "Tierra Firme".

En cuanto al *Registro Arqueológico* se rastrearon informes sobre sitios de fundaciones tempranas en el área Circuncaribe como Cuba, República Dominicana, Puerto Rico o en La Florida (E.U) (Portuondo, 1977; Deagan, 1987; Deagan and Cruxent, 2002; Roura et al., 2006). Los materiales excavados en las Antillas y contextualizados arqueológicamente han servido de referencia para identificar los encontrados en Terra Firme. Se usaron *Técnicas de Campo* pese a las dificultades logísticas en cuanto a desplazamiento y orden público en la zona. Fue posible hacer un recorrido y reconocimiento visual de los tres sitios propuestos e interactuar con los pobladores actuales que ocupan dichos sitios y sus alrededores.

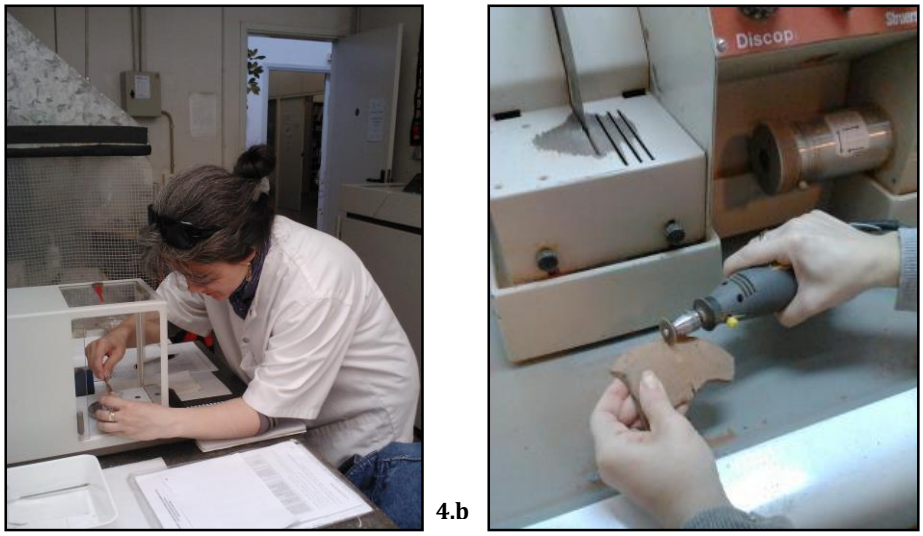
Recorriendo los sitios se comprendió mejor aspectos relacionados con las fuentes de abastecimiento de materia prima (arcilla), la obtención de alimentos por medio de la siembra, la caza o la pesca; la explotación de recursos no renovables como el oro, el acceso a las fuentes de agua potable; observación de los cambios geológicos y del paisaje, procesos de adaptación y técnicas constructivas, entre otros aspectos.

### *4.2. Enfoque Cuantitativo*

Esta perspectiva se apoyó en la *Arqueometría* como una disciplina que aporta información complementaria y parcialmente detallada de la cultura material en general. Casi siempre busca conocer el pasado de los materiales, la evolución de éstos y su deterioro usando métodos de las ciencias exactas y experimentales. La arqueometría aporta datos técnicos casi siempre medibles o cuantificables a la arqueología o a la restauración de patrimonio mueble e inmueble. Se podría resumir entonces que la *Arqueometría* elige dentro de un abanico de las ciencias ex-

perimentales, la técnica más adecuada para resolver una pregunta de las ciencias sociales (Lapuente, 1996; Montero et al., 2007; Vila, 2010; Fernandes y Dias, 2012; Oré, 2012; Alzate, 2016).

Algunos aspectos tenidos en cuenta para desarrollar el enfoque cuantitativo tiene que ver con el protocolo de laboratorio al momento de preparar las muestras cerámicas para someterlas a los análisis de fluorescencia de Rx y a la difracción de RX, como se puede apreciar en la figura 4: a, b (Ore, 2012; Alzate, 2016).



**4.a** **4.b**

**Figura 4: a,b.** Preparación de muestras cerámicas en laboratorio (ALGA 2014)

Posteriormente se usó el programa estadístico "R" para explorar los datos obtenidos por Fluorescencia (FRX) y ver como se distribuyen o agrupan químicamente las muestras cerámicas. Se analizaron los difractogramas (DRX) para identificar posibles fases de cocción o ausencia de estas (Buxeda, 1999; Iñañez, 2007; Madrid y Buxeda, 2012). El trabajo incluía identificar algunos minerales asociados a los picos más representativos de dichos difractogramas como se puede observar en la figura 5; a continuación plantear fases de cocción manteniendo presente las formaciones geológicas de las regiones implicadas.

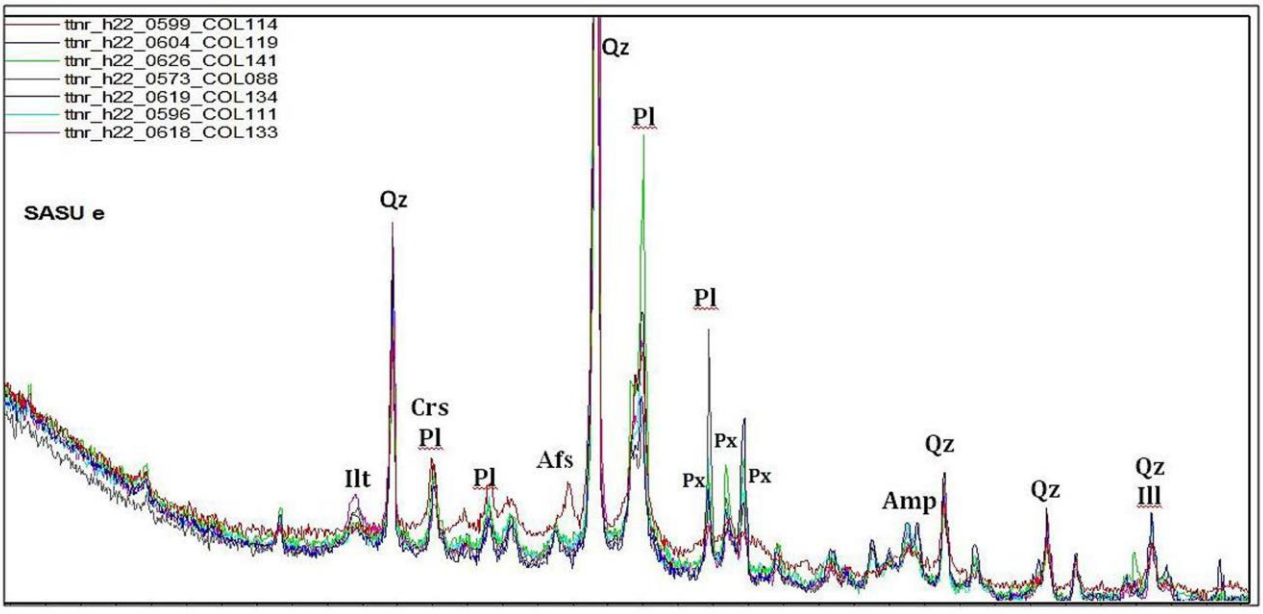



**Figura 5**. Difractogramas del Grupo SASU (e)

Todo ello permitió caracterizar la cerámica de manufactura española e indígena y proponer *Unidades de Referencia Composicional de Pasta* (URCP). Por medio de dendrogramas o clústeres se analizó la manera como se agrupaban o dispersaban las muestras cerámicas según las concentraciones de Elementos Mayores y Elementos Traza. En los siguientes dendrogramas de la figura 6, 7 y 8 se observa la distribución de las unidades de referencia composicional de pasta (URCP) propuesta para San Sebastián de Urabá que en este caso son 6 URCP, para Santa María se propusieron 8 y para Panamá 9 URCP.

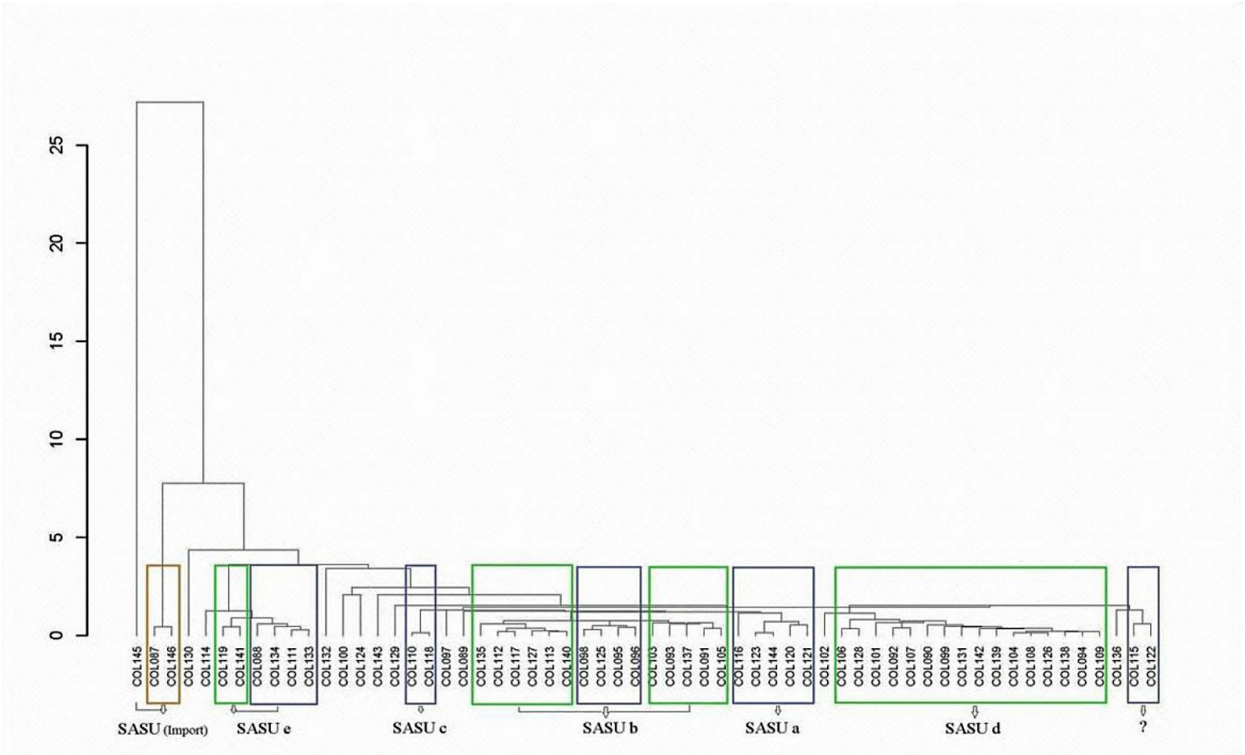



**Figura 6.** Unidades de referencia composicional de pasta para SASU (n=60)

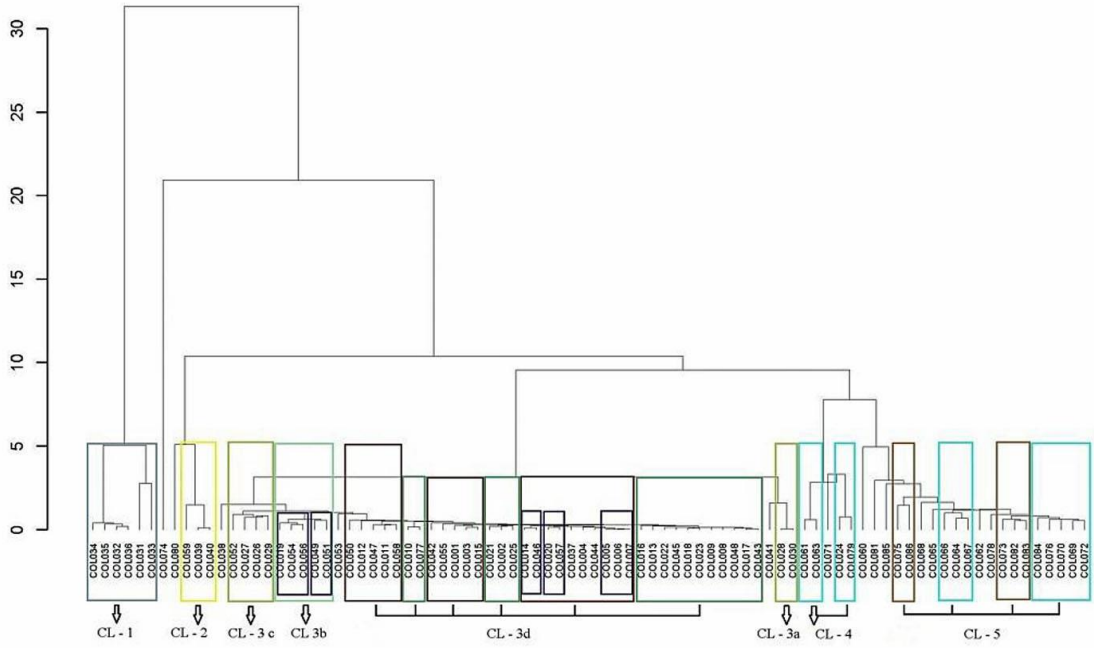



**Figura 7.** Unidades de referencia composicional de pasta para SMAD SASU (n=86)

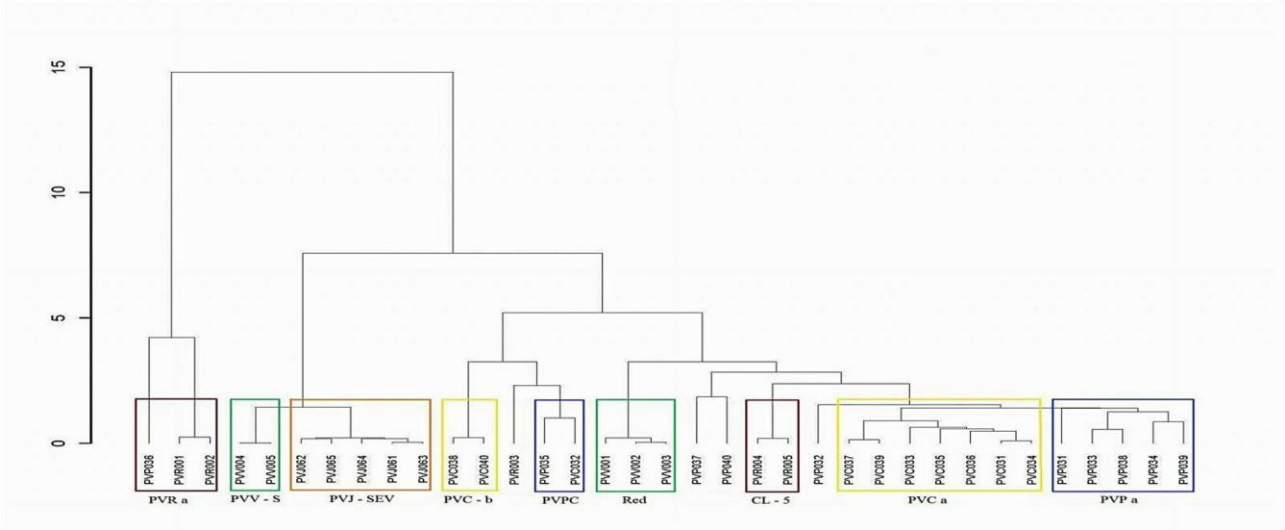



**Figura 8.** Unidades de referencia composicional de pasta para PAPV SASU (n=35)

De otro lado, en la figura 9 podemos observar una gráfica de dispersión bivariante de todo el conjunto cerámico donde se aprecia una cerámica indígena muy dispersa y un grupo de cerámica concentrada en una esquina de la gráfica. Esta última corresponde a una producción de crisoles cónicos de origen europeo excavados por el Antropólogo Arcila Vélez en un contexto de posible horno en el sitio de Santa María de la Antigua (Arcila, 1986; Alzate, 2016 y 2021).

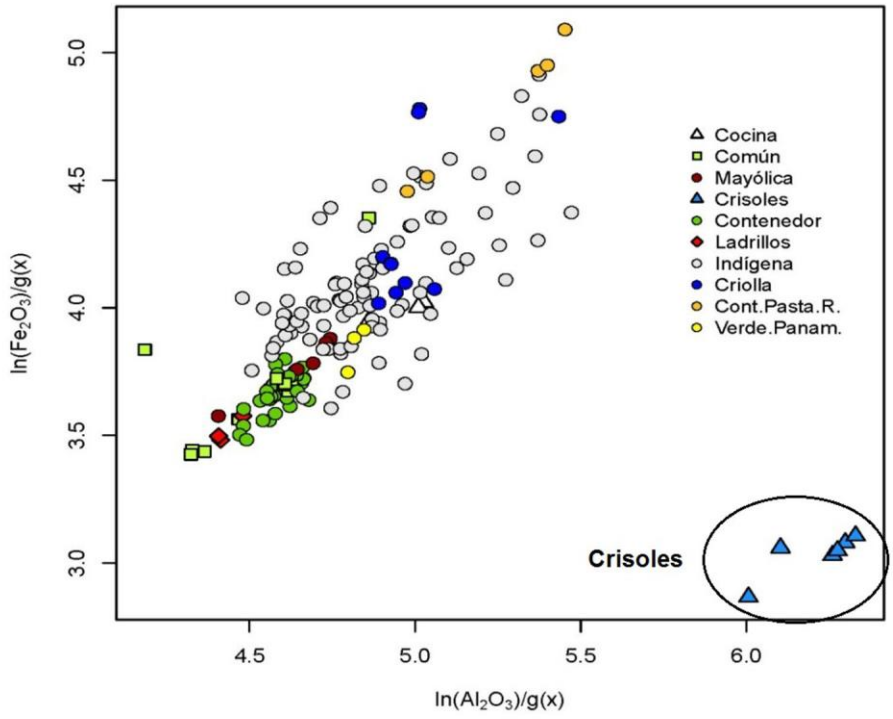



**Figura 9.** Gráfica de Dispersión Bivariante de todo el conjunto cerámico según las concentraciones de óxido de aluminio ($Al_2O_3$) y óxido de hierro ($Fe_2O_3$)

A continuación, en la tabla 1 se observa de manera resumida el tipo de material identificado en los 2 macrogrupos propuestos es decir entre la cerámica local con 112 muestras y la cerámica importada con 69 muestras para un total de 181 individuos cerámicos identificados y desglosados así:

Cerámica Local: Producción indígena, criolla, contenedor pasta roja y cerámica común vidriada verde.

Cerámica Importada: Producción de cocina, cerámica común vidriada y sin vidriar, mayólicas, crisoles, contenedores y ladrillos.

**Tabla 1.** Producciones Cerámicas Identificadas Entre los 2 Macrogrupos Propuestos

| CERÁMICA LOCAL | | TOTAL |
|---|---|---|
| **Indígena** | 57 SASU | 94 |
| | 27 SMAD | |
| | 10 PAPV | |
| **Criolla** | 10 PAPV | 10 |
| **Contenedor Pasta Roja** | 5 PAPV | 5 |
| **Común Vidriada Verde** | 3 PAPV | 3 |
| **CERÁMICA IMPORTADA** | | |
| **Cocina** | 3 SMAD | 3 |
| **Cerámica Común (Vidriada y Sin Vidriar)** | 2 SASU | 11 |
| | 7 SMAD | |
| | 2 PAPV | |
| **Mayólica** | 6 SMAD | 6 |
| **Crisoles** | 6 SMAD | 6 |
| **Contenedores** | 1 SASU | 40 |
| | 34 SMAD | |
| | 5 PAPV | |
| **Ladrillos** | 3 SMAD | 3 |
| **TOTAL** | | **181** |

## 5. MANUFACTURA LOCAL E IMPORTADA

En los tres sitios propuestos hubo asentamientos de población indígena durante siglos antes de la llegada de los europeos. Investigadores plantean múltiples intercambios culturales con Centro y Sur América a través de corredores migratorios, pero el desarrollo de las sociedades locales se vio afectado por la llegada y ocupación de los peninsulares a sus tierras (Arcila, 1974; Bray, 1990; Cooke et al., 2003).

Es muy frecuente encontrar asociada a la cerámica de manufactura indígena, la cerámica de procedencia europea la cual venía de una larga y entremezclada tradición alfarera de diversas culturas mediterráneas quienes hacían uso del torno, hornos de gran capacidad, se aplicaban pigmentos, barnices, vidriados, etc.

Son recurrentes en los tres sitios propuestos las cerámicas vidriadas en general de finales de la Edad Media y lozas preindustrializadas de los siglos XVIII y posteriores. Sobresalen en todos los sitios coloniales americanos las mayólicas, contenedores de transporte, cerámica vidriada común, cerámica ordinaria sin vidriar, azulejos, materiales de construcción como morteros, ladrillos, tejas y atanores, entre otros (Deagan, 1987; Lister and Lister, 1987; Alzate, 2016).

**Figura 10: a, b.** Cerámica de Manufactura Indígena. Tomadas del Centro de Interpretación Arqueológica "El Carlos" y Asociación Cultural Pedazos de Nuestra Historia de Necoclí, Dpto. de Antioquia, Colombia (ALGA 2014). **Figura 10.c**. Imagen de una figurina antropomorfa.

### *5.1. Cerámica Local*

Para San Sebastián de Urabá SASU la cerámica indígena referenciada está asociada al Complejo Cultural Urabá Tierralta que abarca el Golfo de Urabá, el Alto Sinú y la Serranía de San Jerónimo principalmente. El arqueólogo Gustavo Santos propone una cerámica de Servicio con cuencos, platos, vasijas globulares y subglobulares con borde ancho evertido. Una cerámica Funeraria de urnas con base alta recortada y forma de mocasines; y una cerámica Culinaria con vasijas semiesféricas y subglobulares sencillas (Santos, 1986; López y Pimienta, 2007).

Muy frecuentes son los platos con pedestal tipo copa o sahumador y las figurinas antropomorfas como se puede apreciar en la Figura 10: a,b y c.

Para el sitio de Santa María de la Antigua SMAD, la cerámica local indígena no difiere mucho a la de SASU principalmente en las técnicas de elaboración como son el enrollado – alisado, modelado, moldeado; y en sus decoraciones aplicadas, incisa y acanaladas. Como se observa en los dibujos de la figura 11: a, b, c, d, estas decoraciones van formando diseños geométricos simples con líneas sencillas y paralelas, puntos, triángulos, además de aplicaciones zoomorfas.

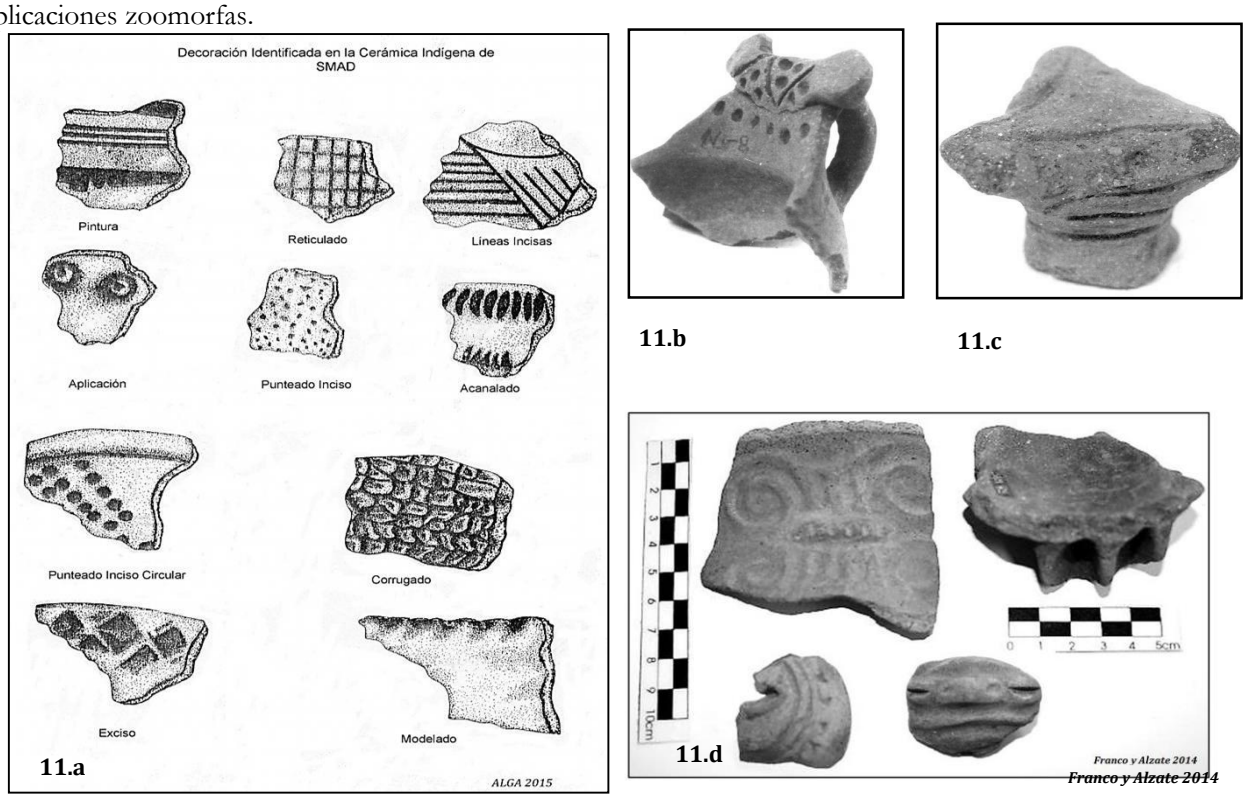



**Figura 11: a, b, c, d.** Detalle de las decoraciones de la cerámica de manufactura indígena de SMAD

Para el caso de Panamá Viejo PAPV la dinámica de trabajo fue diferente por su complejidad cronológica y estilística. Dentro de este macrogrupo solo se tuvo en cuenta la cerámica de manufactura indígena y la mestiza, llamada por algunos investigadores como cerámica "criolla" (Linero, 2001; Zarate, 2004; Rovira et al., 2006; Schreg, 2010) (Figura 12).

**Figura 12.** Vasija Criolla con engobe. Museo Patronato Panamá Viejo (ALGA 2013)

### *5.2. Cerámica Importada*

Este macrogrupo en SASU está compuesto por mayólicas simples y decoradas, borde cuellos de contenedores tempranos, cerámica vidriada común y cerámica sin vidriar elaborada en torno. Este material cerámico está

acompañado en los estratos por diversos elementos metálicos como herraduras, candados, espuelas, dagas, clavos, etc. (Figura 13).

Gracias al trabajo comunitario que lleva a cabo la Asociación Cultural Pedazos de Nuestra Historia con la población de las zonas rurales donde se presume se asentaron los españoles o trasegaron con sus enseres, ha sido posible hacer una identificación preliminar de la cerámica europea dispersa en los alrededores del municipio de Necoclí y evitar además que estas evidencias tempranas de ocupación colonial sigan siendo destruidas por los cambios naturales del paisaje y por los efectos de actividades humanas recientes como la agricultura, la ganadería y el intenso saqueo en los yacimientos arqueológicos.

**Figura 13.** Cerámica importada en SASU junto a elementos metálicos recuperados y puestos en valor por la Asociación Cultural Pedazos de Nuestra Historia (ALGA 2014)

En SMAD se identificaron fragmentos de asas muy erosionados, mayólicas simples y otras decoradas como la Isabela policroma típica de los sitios tempranos, también azulejos y otros materiales para la construcción. Tanto para SASU como para SMAD se pudo identificar contenedores tempranos que tenían forma de cuasi cantimplora, con asas laterales y con paredes no muy gruesas comparadas con los contenedores posteriores. Estos contenedores hacen parte de los primeros desembarcos de enseres y por medio de esta investigación han quedado ahora referenciados para los sitios de San Sebastián y Santa María.

Tanto los contenedores tempranos como los posteriores a la Conquista han sido documentados en otros contextos antillanos, en naufragios desde el siglo XV y posteriores tanto en el Caribe como frente a las costas españolas en el Atlántico[1] (Figura 14).

Como se observa en la figura 15, también se identificaron varios ejemplares de botes de farmacia conocidos como albarelos los cuales eran usados por boticarios o en contextos domésticos.

[1] Según datos de la Armada Española, se han localizado en aguas marítimas de la República de Cuba, 176 naufragios y frente a las costas de *Terra Firme* (Colombia, Panamá, Costa Rica) se han localizado 80 naufragios. Uno de los más controvertidos por su cargamento ha sido el *Galeón San José* hundido frente a Cartagena de Indias.
http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspannola/_inicio_home/prefLang_es/

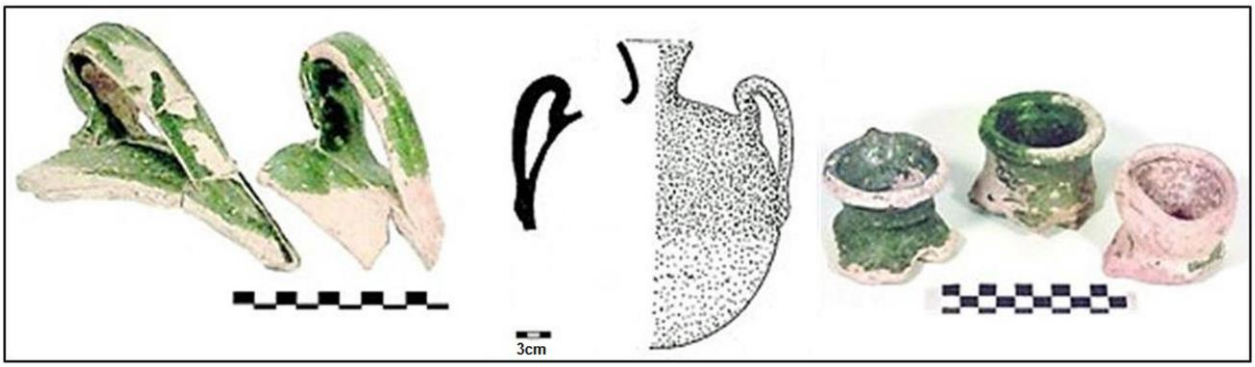



**Figura 14**. Asa – Cuerpo y Borde - Cuello de Contenedores Tempranos de SASU y SMAD

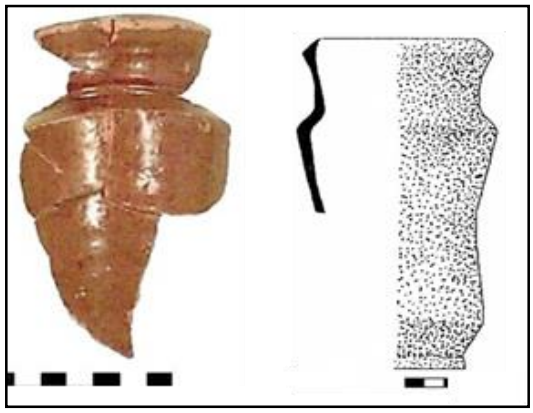


**Figura 15**. Cuerpo y Base de Albarelo o Bote de Farmacia hallado en SMAD (ALGA 2006)

Para el caso de PAPV los criterios aplicados en la clasificación debieron variar un poco ya que los materiales pueden ser cerámicas de manufactura o de tradición europea, pero elaboradas localmente. Es decir que las producciones pueden estar hechas en torno o no, estar cocidas en hornos de alta temperatura, tener pigmentación de diferentes óxidos y usar un acabado de las superficies vidriado, o carecer de éste. Las formas más habituales solían ser platos, bacines, lebrillos y contenedores (Figura 16). Arqueométricamente se trabajó con fragmentos de contenedores medios y tardíos importados y con algunos contenedores vidriados locales. Las colecciones de referencia y el museo de sitio en el Complejo de Panamá La Vieja cuenta con copiosos materiales documentados histórica y arqueológicamente.

**Figura 16**. Cerámica de tradición europea fabricada en Panamá La Vieja. Cortesía de las Colecciones de Referencia del Patronato de Panamá Viejo (ALGA 2014)

## 6. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES:

La franja del Darién Colombo-panameño se convirtió en un centro receptor de producciones europeas. Muchos núcleos locales de manufacturas indígenas desaparecieron en la franja de Terra Firme al ser diezmada la población por enfermedades y condiciones duras de trabajo, otros abandonaron sus tierras como sucedió con los cacicazgos de San Sebastián de Urabá y Santa María de la Antigua. Otros núcleos por su parte se transformaron social y arquitectónicamente como fue el caso de Panamá La Vieja logrando extender su vida un poco más en el tiempo gracias al aporte de mano de obra esclava africana o mestiza sirviente de la Gobernación de Veraguas (Costa Rica y Nicaragua) y las Antillas.

Cuando Panamá se encontraba en un momento prospero de su economía, fue atacada y arrasada por el pirata inglés Henry Morgan y sus huestes en 1671. La ciudad cayó no solo por la violencia del ataque sino por las fallas en sus estrategias defensivas. Esto provocó una vez más otro abandono de la ciudad y su posterior refundación por la población sobreviviente cerca del Cerro Ancón; hoy día le conocemos a este sector colonial como El Casco Antiguo de Panamá.

### *6.1. En términos Arqueométricos…*

En general se observó que la manufactura y composición de las materias primas es muy heterogénea en características y composición físico químicas para ambos macrogrupos. Las producciones cerámicas importadas españolas son típicamente Calcáreas y las producciones locales indígenas, NO Calcáreas.

Es prematuro hablar de aspectos concluyentes en temas de cambios tecnológicos en las producciones cerámicas, específicamente en las producciones indígenas debido a su alta variabilidad físico-química, por lo tanto se sugiere a los futuros investigadores analizar muestras más amplias en lo posible y abarcar varios puntos de la región propuesta inicialmente en este trabajo.

En la cerámica indígena de SMAD por ejemplo se observó piroxenos en algunas muestras. Esto se debe a las formaciones geológicas máficas (básico) de la región. No hacen parte de ninguna fase de cocción clara de alta temperatura, sino que son componentes primarios de la arcilla en sí misma. Las temperaturas de estas cerámicas se estiman por debajo de los 800°C.

La cerámica que al inicio de la investigación se consideró sevillana y que fue encontrada en los tres sitios propuestos, presenta una alta variabilidad y es químicamente muy diferente a la cerámica de yacimientos sevillanos según los parámetros arqueométricos empleados.

Un rasgo mineralógico que se observó en algunas muestras de cerámica importada fue la escasa presencia de *gehlenita* (Gh), esta vez como fase de alta temperatura y de *analcima* (Anl) como fase de alteración en muestras de contenedores, de cerámicas comunes y de mayólicas. Sin embargo se notó dos excepciones en fragmentos de contenedores tempranos vidriados de SMAD. Estas dos muestras sí presentan analcima (Anl) como los materiales que se presumen sevillanos. Las demás muestras de cerámica española de los tres sitios carecen de este mineral y podría deberse a procesos post-deposicionales o posibles contaminaciones en los suelos.

Otro rasgo esta relacionado con los datos químicos de los contenedores importados en SASU y en SMAD, pues en ellos se observó un óxido de sodio bajo comparado con los contenedores importados en Panamá La Vieja que presentan un óxido de sodio relativamente alto.

Los ladrillos por su parte mantienen una afinidad química con el grupo de contenedores de mesa y otras muestras con los contenedores de transporte.

Una producción cerámica que se consideró muy importante es la de los crisoles cónicos por la carga histórica de esclavitud y explotación de oro que ellos encierran. Al parecer no todos los crisoles fueron usados en tareas que implicara contacto de altas temperaturas como lo es la fundición de metales. Algunos ejemplares pudieron ser usados para la tasación del oro principalmente**.**

La muestra indígena de PAPV resulta igualmente compleja con tendencia a agruparse con la cerámica denominada "criolla" y con muy poca o casi ninguna afinidad química con las pastas de las otras cerámicas locales.

Por medio de una muestra de contenedor pasta roja (PVR 003) procedente de las Casas Terrin en Panamá Viejo, se confirmó el uso de vidriados internos en dichos recipientes. Se notó unos porcentajes elevados de plomo en comparación con el resto de los contenedores pasta roja.

### *6.2. En términos Históricos…*

La producción de cerámica local no desapareció inmediatamente durante el contacto colonial en la zona. Esa producción que dábamos por extinguida durante la Conquista, se transformó con los reductos de población local al servicio de los colonos, dando origen a la cerámica "criolla" mezclada con rasgos de otros grupos minoritarios que estaban forzados a desplazarse según la necesidad de sus amos colonos.

Se puede decir que en las fundaciones coloniales tempranas los pobladores usaban en parte los mismos utensilios de menaje doméstico y se observa como la cerámica bajomedieval europea en Terra Firme va disminuyendo progresivamente, siendo más abundante en *San Sebastián*, manteniendo cierta frecuencia en *Santa María de la Antigua* y disminuyendo en *Panamá La Vieja.*

Panamá se convierte en un centro de producción de cerámica de imitación ibérica, la cual se va dispersando por diferentes partes del Continente ya que se han documentado en sitios de Colombia, Ecuador y Perú entre otros países. Surge además esa cerámica mestiza llamada *criolla* que va cubriendo una demanda comercial más amplia hasta el presente.

La región de la franja Colombo-panameña continúo siendo un lugar de paso para diferentes grupos culturales en siglos posteriores, prueba de ello es la presencia de cerámica No peninsular, de estilo ingles y centro europeo dispersa en los sitios analizados. Aunque no es una muestra abundante, coincide con algunos relatos que indican presencia de escoces e irlandeses en la región del Darién colombiano y panameño (Baquero y Vidal, 2004; Galindo y Henao 2017).

Finalmente, diré que este trabajo inicio cuando había un vacío conceptual en la manera como se pensaban arqueológicamente los sitios coloniales, sus espacios domésticos y sus espacios públicos a partir de la cultura material. Gracias a investigaciones interdisciplinarias a lo largo del Continente se ha ido llenando ese vacío académico, asumiendo el reto de plantear a la arqueometría preguntas sociales.

Pienso que tenemos el reto de contrastar las crónicas, ayudar a rescribir la historia y entregar a la sociedad herramientas para reforzar nuestra identidad.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo logístico e incondicional del Museo Universitario de la Universidad de Antioquia en Medellín, Colombia. Agradezco la beca del Fondo Mixto para la Promoción de la Cultura y las Artes de Antioquia en Medellín, Colombia. Gracias por la paciencia, interés y patrocinio de la dirección del Patronato Panamá Viejo en Ciudad de Panamá y a la directora del Departamento de Arqueología de la misma institución. Gracias a la directora del Grupo de Estudios Precolombinos (GEP) de Barcelona en España. Gracias a las arqueólogas del Gabinete de Arqueología de la Oficina del Historiador de La Habana en Cuba, junto con su director por su asesoría, sugerencias, correcciones, formación y acogida desinteresada. Gracias a la dirección, formación, soporte arqueométrico y logístico del Grupo de Investigación Cultura Material y Arqueometría ARQUB de la Universitat de Barcelona, al igual que la Fundació Bosch i Gimpera de la misma universidad por destinar fondos a las investigaciones de los doctorandos. Gracias a la Asociación Cultural Pedazos de Nuestra Historia en el municipio de Necoclí, Antioquia; lo mismo que a las familias y pobladores de Santa María de la Antigua del Darién. Por último y no menos importante agradezco la paciencia y soporte económico de J&J y a los amigos que apoyaron este trabajo doctoral, sin ellos no hubiera sido posible su culminación.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo L, E. (1943): Breve Noticia Sobre los Lugares donde Existieron San Sebastián de Urabá y Santa María la Antigua del Darién. En: *Boletín de Historia y Antigüedades*. Vol XXX, Nº 349: 1096-1105. Bogotá – Colombia.

Alzate G. L. A. (2006): Santa María de la Antigua del Darién: Cerámica Española con Texto y de Contexto en el Darién Colombiano. Publicación Nº 2 del Grupo de Estudios Precolombinos GEP. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Alzate G. L. A. (2011): La Arqueología Colonial como Herramienta para Contrastar la Historia Escrita. En: *Revista Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid.* España. Arqueoweb 13. http://www.ucm.es/info/arqueoweb/numero-13.html

Alzate G. L. A. (2016): *Arqueología Histórica y Arqueometría para el Estudio de la Cerámica Colonial en Fundaciones de Terra Firme – Siglo XVI.* Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Barcelona, España. Tesis para optar al título de Doctora en Arqueología defendida en enero del 2016. https://www.tdx.cat/handle/10803/543569#page=1

Alzate G. L. A. (2021): Crisoles en un Contexto Colonial Americano del Siglo XVI. Capítulo 12 En: *Los Metales en Nuestra Historia.* Autores Compiladores: R. Lleras Pérez y L. Vetter Parodi (eds.). Editores: Instituto

Francés de Estudios Andinos en Lima (IFEA) y Academia Colombiana de Historia en Bogotá – Colombia.

Arcila V, G. (1955): Anotaciones Sobre la Ubicación de Santa María de la Antigua del Darién. En: *Boletín de Antropología de la Universidad de Antioquia.* 3 (1). Medellín - Colombia.

Arcila V, G. (1974): Posible Influencia Maya en el Darién Colombiano. En: *Boletín de Antropología,* IV (13): 15 - 19. Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia.

Arcila V, G. (1986): *Santa María de la Antigua del Darién.* Secretaría de Información y Prensa de la Presidencia de la República. Bogotá - Colombia.

Baquero M., Álvaro y Vidal O., A. (2004): (Compiladores). *La Gobernación del Darién a Finales del Siglo XVIII. El Informe de un Funcionario Ilustrado*. Ediciones Uninorte. Barranquilla – Colombia.

Bray, W. (1990): Cruzando el Tapón del Darién. Una Visión de la Arqueología del Istmo desde la Perspectiva Colombiana. En: *Boletín Museo del Oro, Banco de la República,* (29): 3-51. Bogotá - Colombia.

Buxeda i G., J. (1999): Problemas en Torno a la Variación Composicional. En: *Arqueometría y Arqueología.* Universidad de Granada. Editora: Josefa Capel. Colección Monográfica Arte y Arqueología. Pp: 305 – 322. Granada - España.

Castillero C, A. (2006): *Sociedad Economía y Cultura Material. Historia Urbana de Panamá La Vieja*. Patronato Panamá Viejo. Panamá.

Cooke, R., Sánchez, L. A., Carvajal, D., Griggs, J. y Isaza, I. (2003): Los Pueblos Indígenas de Panamá Durante el Siglo XVI: Transformaciones Sociales y Culturales Desde una Perspectiva Arqueológica y Paleoecológica. En: *Mesoamérica Revista* 24 (45): 1 - 34. Guatemala.

Deagan, K. (1987): *Artifacts of the Spanish Colonies of Florida and the Caribbean, 1500 - 1800*. Ceramics, Glass and Beads. Vol 1. Smithsonian Institution, Washington D.C - United States.

Deagan, K. y Cruxent, J.M. (2002): *La Isabela: Columbus's Outpost Among the Tainos 1493-1498*. Yale University Press. New Haven – United States.

Fernandes V, G. y Dias C, L. J. (2011-2012); Arqueometría: Una Mirada Histórica de una Ciencia en Desarrollo. En: *Revista CPC: Centro de Preservación Cultural*, São Paulo 13: 107 – 133. São Paulo – Brasil. http://www.usp.br/cpc/v1/imagem/conteudo_revista_conservacao_arquivo_pdf/206.pdf

Fernández de Oviedo, G. (1855) [1529]: *Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Mar Océano.* Parte III, Tomo IV / por el Capitán Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés. Real Academia de la Historia. Cotejada por José Amador de los Ríos. Imprenta de la Real Academia de la Historia Madrid – España. http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcc53h5

Iñañez, J. G. (2007): *Caracterització Arqueomètrica de la Ceràmica Vidrada Decorada de la Baixa Edat Mitjana al Renaixement als Centres Productors de la Península Ibèrica.* Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia. Programa de Doctorat. Tesis. http://hdl.handle.net/10803/2596

Itzel de G., G. (2009): Tierra Firme. Sus Primeros Asentamientos (Finales del Siglo XV – Inicios Del Siglo XVI). En: *Revista de Estudios Colombinos*. (5): 93 - 106. España. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3064457.pdf

Lapuente M., M. P. (1996): La Mineralogía Aplicada en Arqueometría: Una Disciplina Nueva. En: *Geogaceta* 20 (5): 1240-1242. Comunicaciones presentadas en el IV Congreso Nacional de Geología, Alcalá de Henares. Sociedad Geológica Española. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. España.

Linero B, M. (2001): Cerámica Criolla: Muestra Excavada En El "Pozo" De Las Casas De Terrin. En: *Arqueología de Panamá La Vieja.* (Informe). Pp: 149 – 163. Patronato de Panamá Viejo. Panamá. https://www.academia.edu/23424675/Cer%C3%A1mica_Criolla_Muestra_excavada_en_el_pozo_de_las_casas_de_Terr%C3%ADn_Panam%C3%A1_Viejo

Lister, F. y Lister, R. (1987). *Andalusian Ceramics in Spain and New Spain*. The University of Arizona Press. Tucson - United States.

López G, C. y Pimienta B., H. (2007): *Urabá en el Marco de la Arqueología Colombiana: Clasificación y Análisis Cerámico del Complejo Cultural Urabá Tierralta*. Museo Universitario de la Universidad de Antioquia. Medellín - Colombia. Tesis sin Publicar.

Madrid, M. y Buxeda, J. (2012). Estudio de Caracterización Arqueomètrica de Cerámicas de la Zona de Castilla-León. En: *Producción y Consumo de Cerámicas de Mesa en la Meseta Norte Durante el Alto Imperio. La Terra Sigillata*. Studia Archaeologica 97: 221-269. Universidad de Valladolid. España.

Mena, C. (2011): *El Oro del Darién: Entradas y Cabalgadas en la Conquista de Tierra Firme (1509 - 1526)*. Centro de Estudios Andaluces, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC. Sevilla - España.

Mendizábal, T. (2005): *Panamá Viejo: An Analysis of the Construction of Archaeological Time in Eastern Panamá*. Institute of Archeology of the University College London, University of London. United Kingdom. [Tesis Doctoral].

Mesa, C. E (Pbro.) (1986): *Santa María la Antigua del Darién. Primera Diócesis en Tierra Firme*. Colección V Centenario. Consejo Episcopal Latinoamericano. CELAM. Bogotá – Colombia.

Montero R, I. García H, M. y López R, E. (2007): Arqueometría: Cambios y Tendencias Actuales. En: *Trabajos de Prehistoria*, 64 (1): 23-40. Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC. España. https://doi.org/10.3989/tp.2007.v64.i1.92

Oré M, G. (2012): *Los Alfareros del Valle de Pachacamac: Relaciones Costeño - Serranas a Través del Análisis Arqueométrico de la Cerámica.* Programa de Estudios Andinos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis Maestría.

Patronato de Panamá Viejo PAPV (2006): *Panamá Viejo: De la Aldea a la Urbe.* Editorial Patronato Panamá Viejo. República de Panamá.

Portuondo Z, O. (1977): Trayectoria Histórica de Santiago de Cuba 1517 - 1707. En: *SANTIAGO. Revista de la Universidad de Oriente.* (26): 9 – 32. Santiago de Cuba.

Reverte C, J. M. (1968): Santa María la Antigua del Darién. En: *Revista La Antigua. Universidad Santa María de la Antigua*, (1). Panamá.

Romoli, K. (1955): *Vasco Núñez de Balboa: Descubridor del Pacífico*. Traducción de Felipe Ximénez de Sandoval. Ediciones Espasa Calpe. Madrid - España.

Roura Álvarez, L., Arrazcaeta Delgado, R. y Hernández, C. A. (2006): La Cerámica de Tradición Aborigen: Ejemplos Habaneros. En: *Gabinete de Arqueología. Oficina del Historiador de La Habana, Boletín* 5, (Año 5): 16 - 27. La Habana - Cuba.

Rovira, B., Blackman, J., Lambertus Van Z., Bishop, R., Rodríguez, Carmen y Sánchez, Daniel (2006): Caracterización Química de Cerámicas Coloniales del Sitio de Panamá Viejo: Resultados Preliminares de la Aplicación de Activación Neutrónica Instrumental. En: *Canto Rodado,* 1: 101-133. Revista Especializada en Temas de Patrimonio. Panamá - República de Panamá.

Santos V, G. (1986): Asentamientos Prehispánicos en la Región del Golfo De Urabá y su Desarrollo Hasta la Época de la Conquista. En: *Maguare,* 3: 57 – 62. Departamento de Antropología de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.

Schreg, R. (2010): Panamanian Coarse Handmade Earthenware - A Melting Pot of African, American and European Traditions? In: *Post-Medieval Archaeology*, 44 (1): 135 - 164. London - UK. https://doi.org/10.1179/174581310X12662382629256

Severino de Santa Teresa, Fray (1956): *Historia Documentada de la Iglesia en Urabá y Darién Desde el Descubrimiento Hasta Nuestros Dias*. Biblioteca de la Presidencia de Colombia. Bogotá.

Verlinden, C., Mertens, J. y Dolmatoff, G. (1958): Santa Maria La Antigua Del Darien Première "Ville" Coloniale de La Terre Ferme Américaine Expédition Du Roi Léopold de Belgique (Janvier-Février 1956). En: *Revista de Historia de América*, 45: 1–48. http://www.jstor.org/stable/20137235.

Vila S, L. (2010): *Una Arqueometria del Canvi Tecnològic: Producció i Consum d'àmfores Durant el Canvi d'Era en la Zona Nord de la Costa Catalana*. Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia. Programa de Doc-

torat Ciències de l'Antiguitat (2003-2005). Universitat de Barcelona – Espanya. http://cataleg.ub.edu/record=b2074512~S1*spi.

Zarate, D. (2004): *La Cerámica de Engobe Rojo Panamá La Vieja. Patronato de Panamá Viejo*; Monografía para optar al titulo de Antropóloga. Universidad de los Andes. Inédito. Bogotá – Colombia.

# OLLAS, TRADICIONES E INTERACCIONES. EL ESTILO ANGOSTO CHICO INCISO EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (ANDES SUR-CENTRALES)

**Agustina Scaro***

**RESUMEN**

El estudio integral de la cerámica, considerando sus aspectos decorativos, morfológicos y tecnológicos, permite reflexionar sobre los distintos recursos puesto en juego por las sociedades del pasado en la elaboración y posterior uso de sus vasijas. En este marco, es posible aproximarse a tradiciones tecnológicas locales y sus posibles vinculaciones con aspectos identitarios y de interacción. En esta oportunidad se aborda el estudio del denominado Angosto Chico Inciso, definido como un estilo local desarrollado a partir del siglo XII en la Quebrada de Humahuaca (Noroeste Argentino); estudios petrográficos recientes señalan la existencia de dos tradiciones de materias primas, una local a la Quebrada de Humahuca, y una que tendría su origen en la selva pedemontana ubicada hacia el este. A partir del estudio de 74 vasijas fragmentadas y completas recuperadas en tres asentamientos arqueológicos se buscó definir los recursos estilísticos específicos del Angosto Chico Inciso en la Quebrada y plantear interrogantes que permitan ampliar el conocimiento acerca de identidad e interacción entre grupos de distintas ecorregiones. Se pudo determinar la existencia de dos métodos de manufactura distintos, así como la presencia mayoritaria de ollas globulares con cuellos cortos, bordes evertidos y asas labioadheridas con una mayor variedad morfológica en relación con los cántaros. Esta proporción de ollas resulta interesante en relación a los usos que tendría el Angosto Chico Inciso en los contextos domésticos en los que fue hallado. Los aspectos iconográficos de estas vasijas muestran una gran variabilidad interna, aunque responden a un esquema general: incisiones en la zona del cuello. Por su parte, la presencia de vasijas Angosto Chico Inciso de manufactura local en los mismos contextos que piezas con materias primas orientales puede implicar la materialización de relaciones entre grupos y sus alianzas.

***Palabras clave: Análisis integral, recursos estilísticos, interacción, tradiciones tecnológicas locales, Noroeste Argentino.***

**ABSTRACT**

The integral study of ceramics, bearing in mind their decorative, morphological and technological aspects, allows considering the different resources put into play by past societies in the elaboration and subsequent use of their vessels. Within this framework, it is possible to address local technological traditions and their possible links with aspects of identity and interaction. In this opportunity, the study of the so-called Angosto Chico Inciso, defined as a local style developed from the 12th century onwards in Quebrada de Humahuaca (Northwest Argentina) is presented; recent petrographic studies point to the existence of two traditions of raw materials, one local to Quebrada de Humahuca, and one that would have its origin in the Pedemontane forest located to the east. Based on the study of 74 fragmented and complete vessels recovered from three archaeological sites, the specific stylistic resources of Angosto Chico Inciso in Quebrada de Humahuaca were defined, and questions that would allow broadening the knowledge about identity and interaction between groups from different ecoregions were raised. It was possible to determine the existence of two different manufacturing methods, as well as the presence of a majority of globular pots with short necks, everted rims and lip-attached handles with a greater morphological variety in relation to the jars. This proportion of pots is interesting in relation to the uses that the Angosto Chico Inciso would have had in the domestic contexts in which it was found. The iconographic aspects of these vessels show great internal variability, although they follow a general pattern: incisions in the neck area. The presence of locally manufactured Angosto Chico Inciso vessels in the same contexts as pieces with oriental raw materials may imply the materialisation of relationships between groups and their alliances.

***KEYWORDS: Integral analysis, stylistic resources, interaction, local technological traditions, Northwest Argentina.***

* Instituto de Ecorregiones Andinas (CONICET/UNJu) | Instituto de Geología y Minería (UNJu) | Centro Regional de Estudios Arqueológicos (FHyCS, UNJu). Email: scaroagustina@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4529-1759

## 1. INTRODUCCIÓN

La cerámica forma parte de la dimensión material de la práctica, insertada en un proceso en el cual humanos y objetos son agentes que se constituyen recíprocamente. De este modo, tanto las actividades cotidianas como los objetos de la vida diaria son socialmente significativos. El estudio integral de la cerámica, considerando sus aspectos morfológicos, decorativos y tecnológicos en el marco de los estudios estilísticos, presenta una estrategia de análisis que permite identificar los recursos utilizados en las vasijas por los grupos del pasado, así como considerar los procesos tecnológicos establecidos en el marco de las tradiciones locales y sus posibles vinculaciones con aspectos identitarios y de interacción.

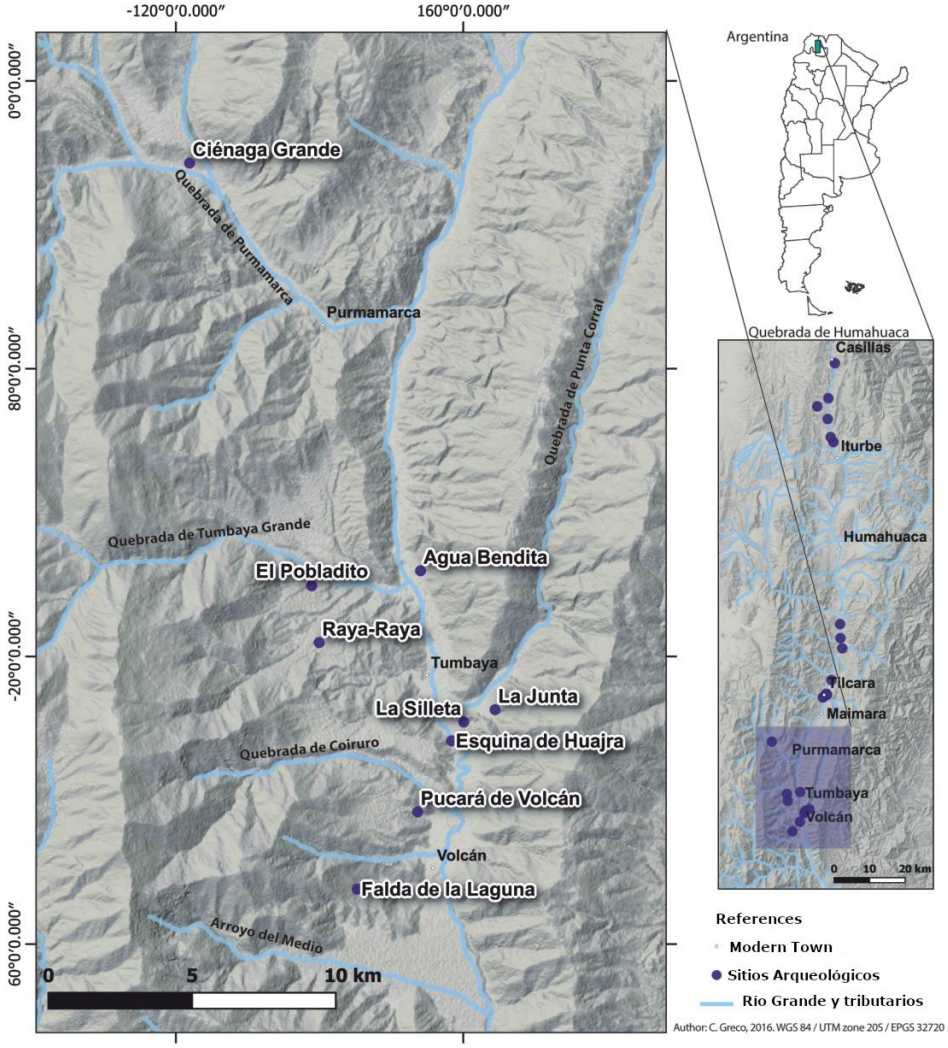



**Figura 1.** Mapa del sector centro-sur de Quebrada de Humahuaca. (realizado por C. Grecco).

En esta oportunidad, se presenta el análisis de piezas cerámicas del estilo denominado Angosto Chico Inciso (en adelante ACHI), definido como local para los últimos siglos de la ocupación prehispánica en la Quebrada de Humahuaca (en adelante QdH). Se estudiaron 74 vasijas fragmentadas y completas recuperadas en tres asentamientos arqueológicos principales de la QdH, Esquina de Huajra, Pucara de Volcán y El Pobladito, que abarcan ocupaciones preincaicas e incaicas (siglos XII-XVI d.C.). Este análisis pretende definir los recursos estilísticos específicos del ACHI en la Quebrada y plantear interrogantes que permitan ampliar el conocimiento acerca de identidad e interacción entre grupos de distintas ecorregiones.

La Quebrada de Humahuaca (Figura 1) es un estrecho valle que se extiende a lo largo de 120 kilómetros en el centro de la provincia de Jujuy (Noroeste de Argentina), en los Andes Centro-Sur. Este valle está delimitado por altas cadenas montañosas que corren en dirección norte-sur y presenta una gran heterogeneidad natural (Reboratti, 2003), resultante de la combinación de su ubicación subtropical, el complejo geológico, los macizos montañosos que lo rodean y su pronunciada pendiente que lleva a la presencia contigua de diversos ambientes ecológicos.

A inicios del segundo milenio d.C., las sociedades prehispánicas de los Andes Centro-Sur iniciaron un proceso de cambio (Tarragó, 2000; Nielsen, 2006; Leoni y Acuto, 2008; entre otros), relacionados con nuevos procesos

demográficos, políticos y económicos, vinculados a la intensificación de la agricultura, el pastoreo intensivo y el control de diferentes zonas ecológicas. Estos procesos habrían estado enmarcados por un creciente conflicto entre poblaciones. Particularmente, en QdH se habría dado un aumento demográfico, de acuerdo con el creciente tamaño de asentamientos conglomerados, ubicados principalmente en lugares altos. La cerámica más característica producida por estos grupos fue la Humahuaca Negro sobre Rojo, considerada como estilo emblemático de distribución regional. El mismo se define por la presencia de diseños geométricos en negro sobre un engobe rojo (Runcio, 2009; Scaro, 2019). Este estilo aparece asociado a otros, entre ellos el Angosto Chico Inciso.

A mediados del segundo milenio (ca. 1430/80 d.C.), QdH pasó a formar parte del Collasuyu, la provincia del sur del Imperio Inca. La organización política incaica era flexible, como lo demuestran las notables variaciones entre las distintas regiones conquistadas, donde la administración imperial se basó en sistemas políticos preexistentes, empleando una ideología de reciprocidad y la redistribución local de recursos para legitimar la nueva economía (Williams, 2000; D'Altroy et al., 2007). El Imperio estableció diferentes estrategias de conquista, que incluían tanto la diplomacia como la conquista militar, y estrategias de consolidación del poder, ligadas a un proceso de integración de los grupos dominados (Williams, 2000). En QdH, la evidencia sugiere que el Imperio Inca estableció diferentes políticas de acuerdo a las variaciones de los grupos locales, dentro de estrategias más amplias de dominación, generando así paisajes particulares en la región (Scaro, 2020).

### *1.1. El sector centro-sur de la Quebrada de Humahuaca*

Este sector de QdH está limitado al norte por la Quebrada de Purmamarca y al sur por el Arroyo del Medio (Figura 1). Se caracteriza por la proximidad de tres unidades ambientales y geomorfológicas: la Puna al oeste (meseta andina situada a más de 3000 msnm con un clima frío y seco), el valle semiárido de QdH (también conocido como Pre-Puna), y la selva pedemontana al este (denominada localmente "yungas"). Este sector constituye una zona de transición entre los semidesiertos y la zona subtropical húmeda (Reboratti, 2003) debido al descenso de las cadenas montañosas que enmarcan QdH al este y al oeste. Por lo tanto, el acceso a una variedad de recursos en distancias relativamente cortas representa una gran ventaja, brindando a este sector importantes dinámicas entre las poblaciones puneñas, quebradeñas y de las tierras bajas.

La relación entre las sociedades de las tierras altas y las que ocuparon la selva oriental es un elemento muy importante para entender las complejas interacciones socioeconómicas, ideológicas y políticas entre diferentes ecorregiones. Estos vínculos interregionales habrían sido fluidos, complejos y duraderos, produciendo diferentes tipos de relaciones, identidades y expansiones a lo largo del tiempo (Alconini, 2016; Ventura, 2017).

Investigaciones recientes en el sector centro-sur (Scaro, 2020) han revelado una larga historia ocupacional, desde el año 2.000 AP hasta la conquista española. Los sitios de época tardía de mayor importancia incluyen El Pobladito (en adelante EP), Pucara de Volcán (en adelante PdV) y Esquina de Huajra (EdH en adelante). EP es un asentamiento de dos hectáreas, su excavación reveló una única ocupación que data de los siglos XIII y XIV (Scaro, 2015). PdV corresponde a un extenso asentamiento de más de siete hectáreas con una ocupación continua entre los siglos XIII y XVI, mostrando una importante remodelación incaica (Fumagalli, 1998; Cremonte y Scaro, 2010). EdH es un asentamiento inca, ubicado en un espacio no ocupado anteriormente por las poblaciones locales. Las excavaciones revelan la existencia de un área doméstica y de un espacio funerario cercano, que probablemente pudo funcionar como lugar de eventos relacionados con el culto a los ancestros (Scaro y Cremonte, 2012).

Trabajos realizados en la selva localizada al este de QdH (Fumagalli, 1994, 2003; Fumagalli y Cremonte, 1997) han revelado que grupos de QdH se habrían asentado en la cuenca del río Tiraxi-Tesorero en asentamientos fechados a principios del segundo milenio. Estos grupos habrían estado orientados principalmente a la producción de cultivos complementarios y a la extracción de recursos de la selva. Esta dinámica se habría mantenido después de la conquista incaica, cuando se establecieron nuevos sitios probablemente vinculados a la reorganización e intensificación de la explotación de recursos. En varios sitios de esta zona se recuperaron vasijas ACHI, concretamente en Cucho de Ocloyas y Álvarez Prado 1 (Fumagalli, 2003).

## 2. PERSPECTIVAS DE ANÁLISIS CERÁMICO

La materialidad se inscribe en un proceso por el cual la cultura material y los agentes humanos se constituyen mutuamente (Miller, 2005). Los objetos pueden caracterizarse como entidades dinámicas que se integran en la acción humana (Tilley, 1999), convirtiéndose en un componente fundamental para la creación, recreación y mantenimiento de las relaciones sociales (Gosden y Marshall, 1999). Las formas de la materialidad están determinadas por un concepto fundamental subyacente del espacio que puede entenderse analizando las regularidades de las

diferentes entidades materiales. Estas formas culturales, que incluyen el paisaje, la arquitectura y la cultura material, implican formas de conocer, ver y moverse (Criado-Boado, 2015).

La incorporación de recursos locales en estas "formas de hacer" puede estar relacionada con una forma particular de apropiación del territorio, plasmada en la materialidad y directamente vinculada a una identidad y experiencia local. Como tal, la materialidad juega un papel esencial en la construcción, expresión y negociación de la identidad de un grupo, ya que se establece como el contexto en el que los individuos interactúan, se relacionan y negocian su posición social (MacSweeney, 2011). Se puede considerar entonces que las vasijas cerámicas representan una forma tangible de las lógicas subyacentes del espacio y el paisaje de la sociedad que las generó. La circulación de estos objetos en contextos de diversos grupos sociales puede haber creado un escenario de encuentro y negociación de significados y lógicas espaciales, dentro de diferentes paisajes. Por lo tanto, la presencia y la participación activa de la materialidad en las prácticas sociales permiten destacar los diferentes orígenes de los objetos utilizados en la vida cotidiana, así como transmitir la memoria del grupo.

El análisis interrelacionado de los aspectos morfo-iconográficos y tecnológicos permite conocer las prácticas sociales relacionadas con el modo en que se configuró, produjo y utilizó una determinada "forma de hacer" a lo largo del tiempo, así como los posibles contactos entre distintos grupos. Las tradiciones tecnológicas de una sociedad están conformadas por elecciones técnicas que forman parte de la chaîne opératoire (Lemonnier, 1992). Este concepto proporciona un marco para reconstruir las elecciones tecnológicas, considerando los materiales, las operaciones implicadas en el proceso de producción y considerando las secuencias operativas socialmente significativas (Santacreu, 2014). En este marco, se han explorado los métodos de manufactura de las vasijas a partir del estudio de macro-trazas tecnológicas (Livingstone-Smith, 2001; García Rosselló y Calvo Trias, 2013; Santacreu, 2014; Roux, 2016) en fragmentos y en vasijas completas, siguiendo los lineamientos establecidos por Roux (2016).

Los estudios estilísticos de la cerámica ofrecen las herramientas para identificar las regularidades de forma y decoración dentro y a través de los estilos. El estilo es considerado como un modo de representación socialmente construido que participa activamente en las relaciones sociales (Jernigan, 1986; Hodder, 1990; Bugliani, 2008). En esta oportunidad se analizaron variables morfológicas y decorativas. El análisis morfológico se basó en los lineamientos de Balfet et al. (1983), considerando la relación entre la altura de las vasijas y su diámetro máximo, mínimo y de apertura para establecer grupos morfológicos. Este enfoque fue desarrollado para el estudio de los materiales altamente fragmentados recuperados en el sector centro-sur de QdH y resultó útil para su clasificación morfológica (Scaro, 2017, 2019, 2020). El análisis decorativo incluyó la identificación de las técnicas decorativas, la variabilidad de los elementos decorativos y las regularidades en su combinación. Se consideró el enfoque no jerárquico de los elementos decorativos de Jernigan (1986), buscando identificar unidades pero sin asumir a priori la existencia de niveles de importancia, planificación y/o ejecución entre ellas.

La propuesta de un análisis integral permite comprender un modo de hacer que materializa patrones culturales, vistos como atributos recurrentes en la cerámica. Esta materialización no es en ningún caso pasiva; la cerámica -como otras materialidades- participa en la representación, negociación y manipulación de aspectos sociopolíticos e identitarios a lo largo del tiempo.

## 3. EL ESTILO ANGOSTO CHICO INCISO

El estilo Angosto Chico Inciso fue definido por primera vez por Bennet et al. (1948), a partir de diferentes vasijas publicadas que presentaban decoración incisa en la zona del cuello. Los autores consideraron que era uno de los estilos locales característicos de QdH, junto con las vasijas negro sobre rojo, y propusieron que podría haberse desarrollado en el Período Tardío o de Desarrollos Regionales (ca. 1100-1430 d.C.).

A finales de la década de 1960, Madrazo (1969) decidió reevaluar este estilo ya que consideraba que presentaba una gran variabilidad interna; propuso así, que el ACHI debería definirse como un "complejo estilístico" debido a su variabilidad interna -evidenciada por diferentes motivos decorativos- y a su desigual distribución en los sitios. El autor no dudó en señalar las tierras bajas al este de QdH como su punto de origen. De las propuestas de Madrazo se desprenden algunos elementos interesantes; se señala la variabilidad interna de lo que se denominó ACHI, no sólo en cuanto a su decoración sino también a su diferente distribución en los sitios. Por otro lado, el autor considera que estas vasijas son originarias de las tierras bajas al este de QdH, principalmente por su decoración por desplazamiento de pasta.

Algunos de los puntos mencionados fueron revisados por Ottonello (1994), quien estudió las vasijas ACHI de la Colección Gatto (1946) de PdV. Ottonello (1994) reconoció la gran cantidad de vasijas ACHI en PdV con respecto a otros sitios tardíos de QdH, y consideró que puede haberse establecido un centro de fabricación local en el sector sur de QdH. El origen oriental de ACHI fue señalado por la autora, siguiendo propuestas previas.

A pesar de las varias revisiones del estilo, consideramos que las vasijas que han sido designadas como ACHI corresponden a tipos diferentes. Es el caso de las vasijas con líneas incisas formando un motivo reticulado, y de las corrugadas. Creemos que sólo las vasijas decoradas con puntos incisos en el cuello forman parte del estilo ACHI, mientras que las vasijas corrugadas corresponden a un tipo diferente que aparecería sólo durante el período incaico (ca. 1430-1536 d.C.) de acuerdo a lo observado en Esquina de Huajra (Scaro, 2020). Las escasas vasijas con motivos reticulados aún deben ser estudiadas.

La cuestión del origen de ACHI fue abordada por un estudio petrográfico (Cremonte, 2019), estableciendo la presencia de dos variantes: una producción de la Quebrada de Humahuaca y una manufactura oriental, presentes ya en el siglo XII. Las vasijas con pastas locales forman parte de la tradición de manufactura definida para la Quebrada (Cremonte, 2006, 2019), mientras que las piezas no locales presentan el añadido de tiesto molido y arena de cuarzo como antiplástico, una opción tecnológica que no se encuentra en QdH. A partir de estos resultados, Cremonte (2019) ha propuesto la existencia de dos centros de producción de vasijas ACHI, uno situado en la selva oriental y otro en el sector sur de QdH.

Entonces, ¿cuál es la variabilidad interna de Angosto Chico Inciso? ¿Qué representan las vasijas de fabricación local? ¿Qué pueden decirnos estas vasijas sobre las relaciones entre las sociedades de las tierras altas y las tierras bajas?

Para responder a estas preguntas, se analizaron 74 vasijas ACHI (Figura 2), de las cuales 64 corresponden a vasijas fragmentadas y 10 a piezas completas, recuperadas de los sitios EdH, PdV y EP (Tabla 1). La muestra de PdV (62,2%, n=46/74) incluye material de la Colección Gatto (1946) (28 vasijas fragmentadas y 10 vasijas completas), actualmente depositado en el Museo Casanova (Tilcara, Jujuy) y en el Museo Etnográfico (Buenos Aires), así como cerámica excavada en los últimos años (8 vasijas fragmentadas). Tanto EdH (18,9%, n=14/74) como EP (18,9%, n=14/74) han sido excavados en los últimos años y tienen dataciones radiocarbónicas asociadas al material analizado. PdV presenta la mayor colección de vasijas y tiestos ACHI de los tres asentamientos ya que ha sido estudiado desde principios del siglo XX y cuenta con una mayor colección de materiales arqueológicos.

**Figura 2.** Vasijas Angosto Chico Inciso de la Colección Gatto (1946) del Pucara de Volcán.

**Tabla 1.** Cantidad de vasijas Angosto Chico Inciso analizadas.

| Sitio | Vasijas Fragmentadas | Vasijas Completas |
|---|---|---|
| El Pobladito | 14 | 0 |
| Esquina de Huajra | 14 | 0 |
| Pucara de Volcán | 36 | 10 |

## 4. RESULTADOS

### *4.1. Estudios Tecnológicos*

A partir del estudio de macro-trazas de manufactura de las vasijas ACHI, fue posible establecer la presencia de dos métodos principales para su fabricación. El Método de Manufactura A (MM-A) incluye un cuerpo inferior modelado (Figura 3a) con una base plana, según la presencia de depresiones en el interior y en el exterior, generadas por presiones interdigitales. Las ondulaciones y las líneas de presión apuntan a la utilización de colombinos superpuestos para la elaboración del cuerpo superior (Figura 3b-c). La constricción del orificio para generar el cuello de la vasija se formó por estiramiento (Figura 3d) y el borde y el cuello se añadieron dejando rebabas de arcilla en la superficie interna (Figura 3b). Las asas fueron elaboradas a partir de un colombino, adheridas al labio y remachadas o adheridas al cuerpo superior. En cuanto al acabado y los tratamientos de la superficie, el bruñido sólo se encuentra en el exterior, donde son visibles las marcas del pulidor. Algunas vasijas que presentan este método de manufactura pueden exhibir también marcas de cepillado en el interior. Este tipo de acabado se ha identificado en muchas vasijas locales de la zona. El MM-A se asemeja al registrado en las vasijas locales negro sobre rojo y ordinarias y fue identificado en vasijas fechadas tanto en momentos preincaicos como incaicos.

El Método de Manufactura B (MM-B) apunta a un procedimiento en espiral desde la base hasta el cuello, según las ondulaciones y las líneas de presión (Figura 4a-b). El cuello y el borde fueron elaborados con colombinos. Las asas se elaboraron con dos colombinos finos enrollados juntos y que se aplicaron de la misma manera que en el MM-A. Las técnicas de acabado de las superficies internas y externas incluyen el alisado, y un bruñido posterior como tratamiento de la superficie, con marcas de pulidor poco visibles (Figura 4a-c). Con el MM-B se han elaborado vasijas mejor acabadas, en las que la mayoría de las macro-trazas son poco visibles. El mismo no ha sido registrado en las vasijas con pastas locales de QdH.

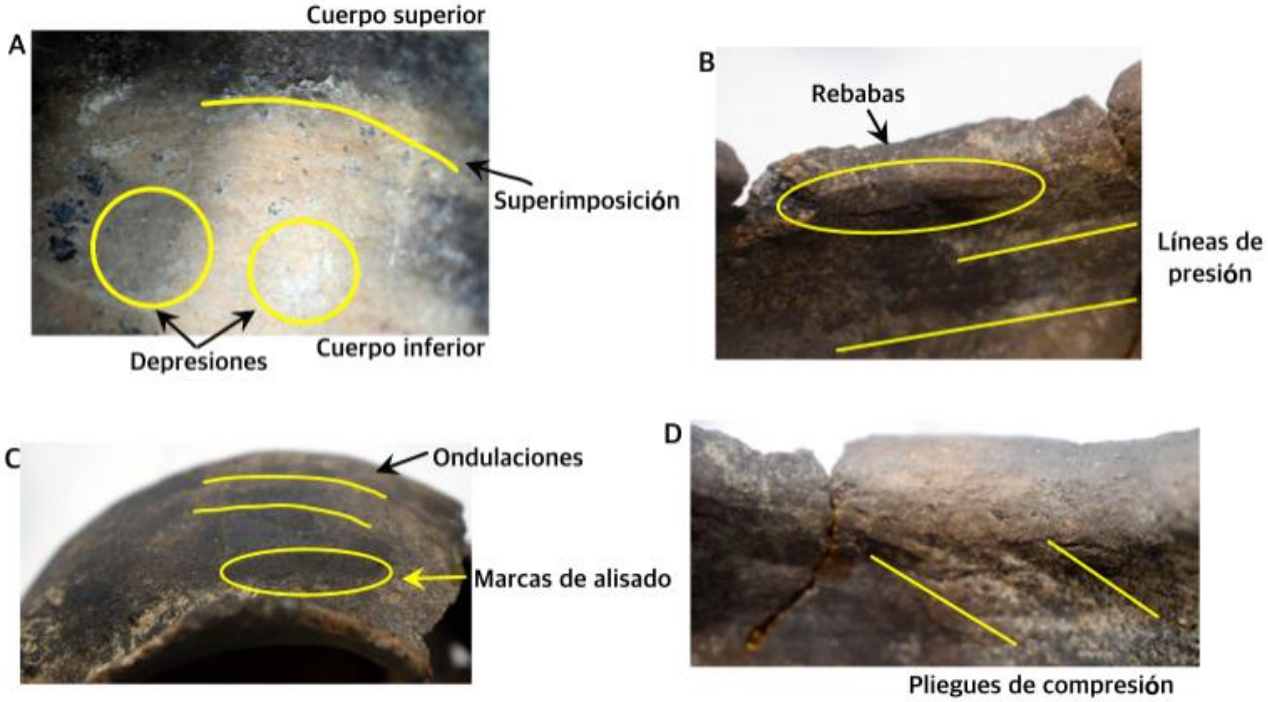



**Figura 3.** Método de Manufactura A. A. Interior del cuerpo inferior. B. Interior del cuerpo superior. C. Exterior del cuerpo superior. D. Interior del cuello.

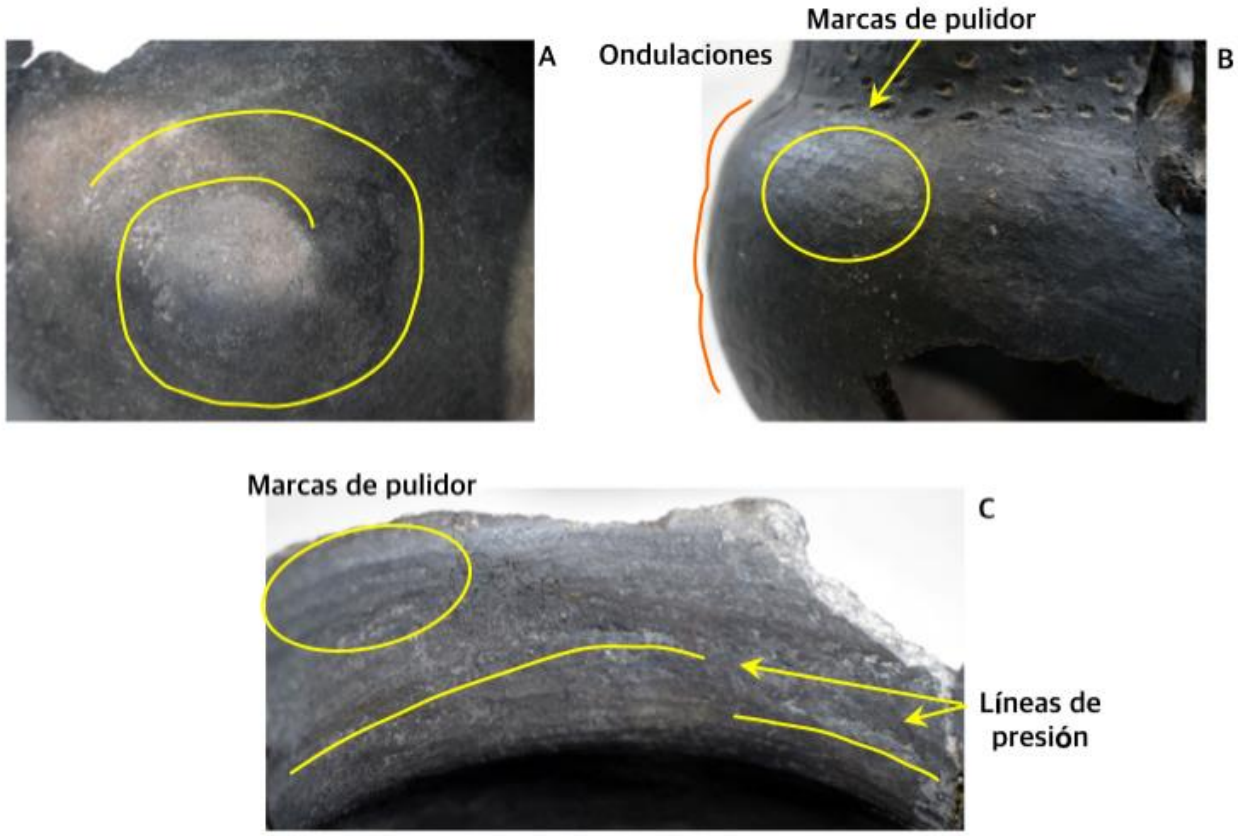



**Figura 4.** Método de Manufactura B. A. Superficie interna del cuerpo inferior. B. Superficie externa del cuerpo. C. Superficie interna del cuello.

### *4.2. Análisis de diseño y forma*

El análisis morfológico permitió identificar ollas globulares, cántaros y ollas calceiformes (Figura 5). Casi el 70% de las vasijas corresponden a ollas globulares, piezas muy homogéneas en su forma general (Figura 5a); son recipientes globulares con cuellos cortos y bordes evertidos. Las asas verticales se insertan en el cuerpo superior y se adhieren al labio, y pueden ser tanto trenzadas como de sección circular. Las bases son generalmente estrechas o acuminadas. Se pueden diferenciar tres grupos dentro de las vasijas, teniendo en cuenta su relación diámetro-orificio máximo-altura total y la altura del cuello. El primer grupo (Figura 5a, I-V ) incluye piezas globulares más pequeñas con cuellos cortos o ausentes. El segundo grupo (Figura 5a, VI-VII) incluye vasijas más grandes, con cuellos más altos. El tercer grupo (Figura 5a, VIII) está representado por vasijas con un diámetro máximo mayor, cuellos cortos y orificios estrechos.

Los cántaros son escasos (<30%) y pueden clasificarse en dos grupos principales (Figura 7b): cántaros grandes con asas en la parte superior del cuerpo (Figura 5b, I-III) y cántaros "tipo botella" más pequeños (Figura 5b, IV-V), con o sin asas. Las asas presentes son de sección circular sin decoración. Las vasijas calceiformes son una forma recurrente en QdH desde períodos tempranos, aunque no presentan incisiones; se trata de vasijas ordinarias caracterizadas por un cuerpo asimétrico y un asa lateral única desde el cuerpo superior hasta el labio. La presencia de una vasija calceiforme con incisiones en el cuello y las asas (Figura 5c) resulta de interés para considerar la posible incorporación de esta decoración por parte de los alfareros de QdH.

En relación a las técnicas utilizadas en el diseño, se identificó la incisión, la incisión impresa y el modelado. Las incisiones representan la principal característica para definir este estilo y aparecen en la zona del cuello, y en menor medida en el labio y en las asas. El modelado aparece relacionado con las asas trenzadas, observándose la presencia de modelados curvilíneos que presentan a su vez incisiones. El 83,4% (n=62/74) del material analizado está decorado, el material no decorado corresponde a tiestos de cuerpo o base.

El análisis de la decoración de las vasijas ACHI incluyó aspectos relacionados con la profundidad, el ritmo (punteada o arrastrada), la forma, la orientación y el tamaño. A partir de estos criterios fue posible determinar 5 familias de decoraciones (Figura 6a), de acuerdo a su recurrencia en el material estudiado, las mismas incluyen incisiones arrastradas, incisiones impresas, líneas incisas en zigzag, líneas cortas paralelas incisas y modelados al pastillaje curvilíneos. Las incisiones arrastradas e impresas implican la generación de elementos individuales que

modifican la superficie de la vasija, probablemente realizadas con un instrumento con una única punta; en el caso de las incisiones arrastradas se trataría de una incisión con un movimiento lateral en pasta húmeda a cuero de acuerdo a la presencia de rebabas en la mayoría de los fragmentos analizados; mientras que en el caso de las impresas se habrían realizado de manera perpendicular (Gallin, 2013). El uso de un instrumento con una única punta genera un patrón que no está alineado a la perfección, aunque en algunos fragmentos se puede observar la intención para generar mayor alineación. Es necesario realizar estudios experimentales detallados para aclarar los gestos técnicos específicos relacionados a la elaboración de las incisiones.

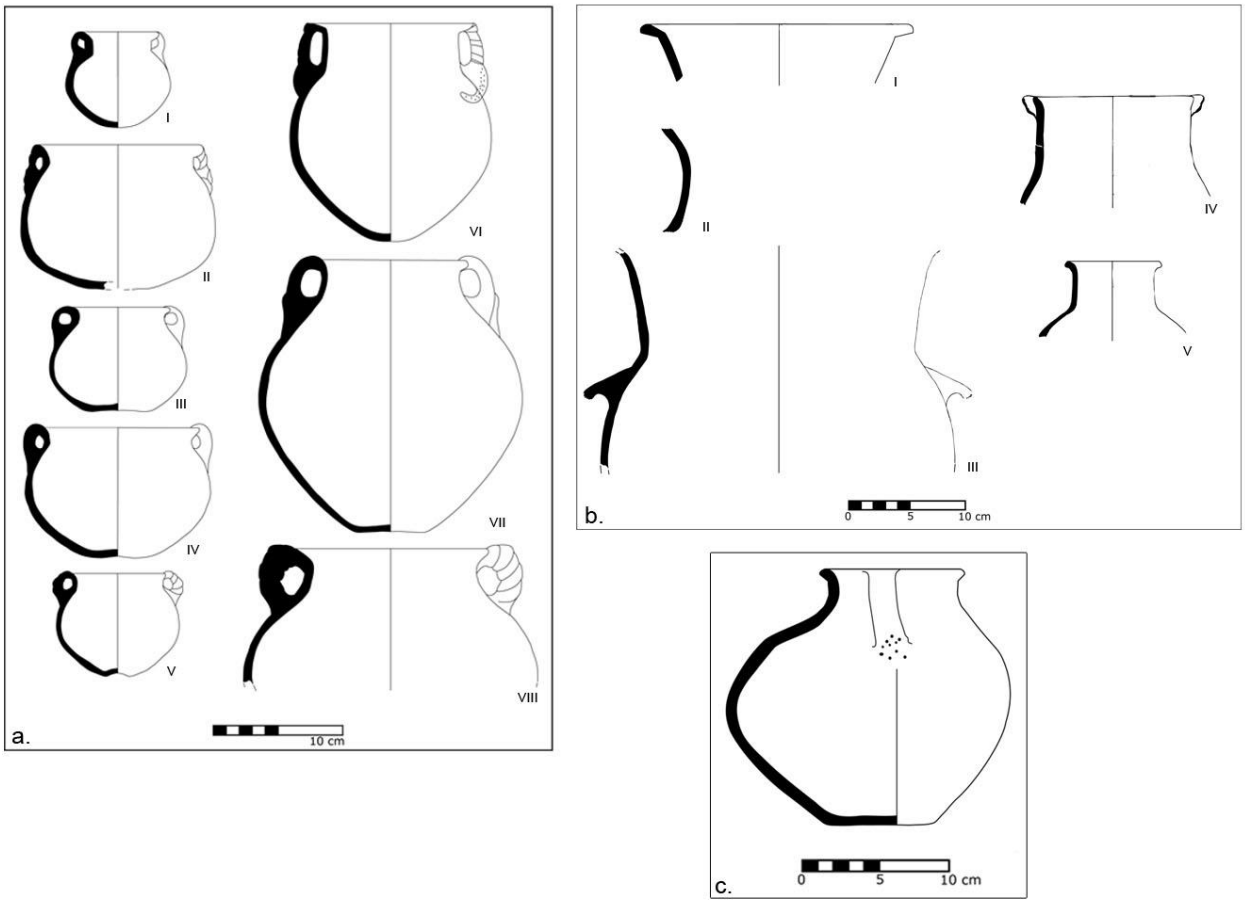
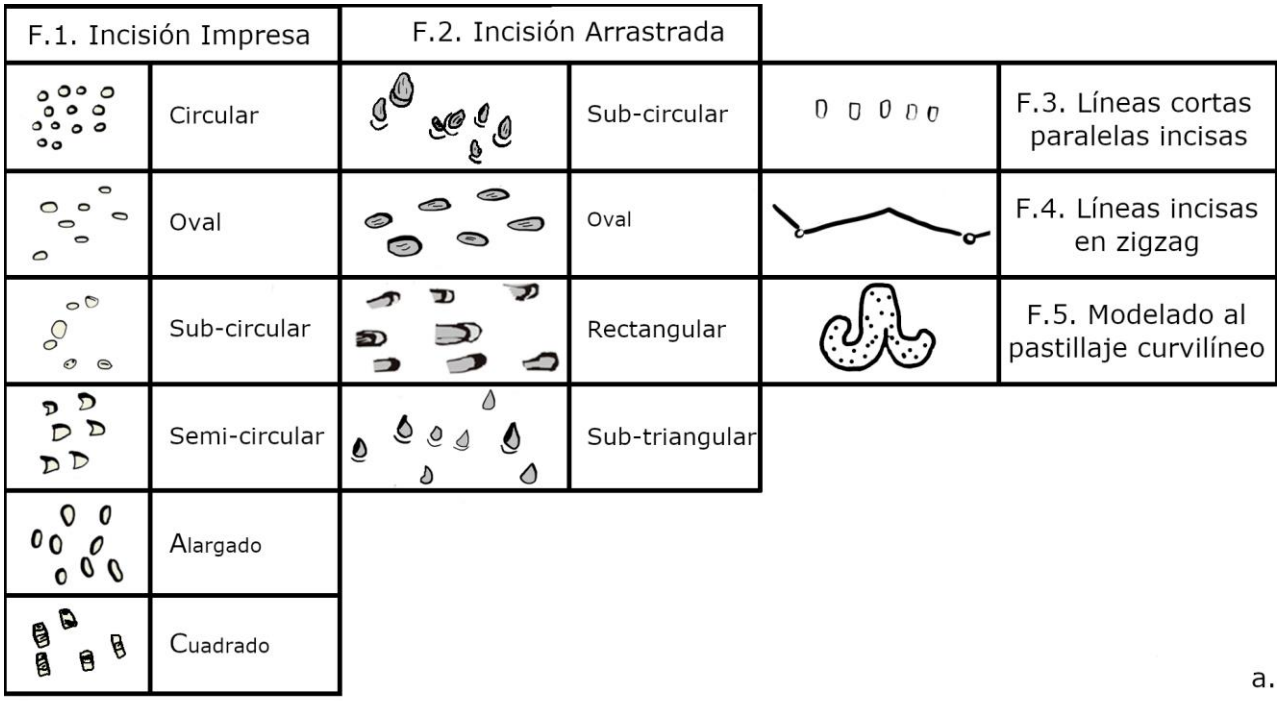



**Figura 5.** Variabilidad morfológica de las vasijas ACHI. a. Ollas Globulares. b. Cántaros. c. Olla Calceiforme.

Considerando el material decorado (N=62), las incisiones impresas son las más frecuentes (59,7%, n=37/62), las incisiones arrastradas son menos numerosas (37,1%, n=23/62), mientras que sólo el 21% (n=13/62) presenta líneas en zigzag, líneas cortas paralelas y modelados al pastillaje en las asas. Las líneas en zigzag aparecen en el centro de la decoración incisa o delimitando el campo decorativo en su parte inferior y pueden presentar puntos marcados en sus vértices, mientras que las líneas cortas paralelas incisas aparecen siempre en el labio de las vasijas. Los modelados al pastillaje curvilíneos aparecen adheridas en la parte inferior de las asas, y presentan también decoración incisa impresa. Estas tres familias de decoraciones aparecen sólo asociadas a las incisiones impresas circulares y ovales; en la mayoría de los casos, en la lectura frontal de las vasijas se puede observar una asociación vertical entre las líneas incisas en el labio, las incisiones impresas circulares u ovales, y las líneas en zigzag, esta decoración está limitada de manera lateral por la decoración modelada por debajo de las asas (Figura 6b). Esta asociación aparece en las piezas identificadas como de origen no local a la QdH, las vasijas locales presentan únicamente las incisiones en la zona del cuello.

En cuanto a las diferencias cronológicas observadas, las vasijas correspondientes a los siglos XII y XIV (24,2%, n=15/62) presentan en general perfiles más inflexos con bordes menos marcados, así como una menor variación morfológica y decorativa. En cuanto a la decoración, se observan incisiones e impresiones menos profundas y más pequeñas. Las mismas aparecen de forma irregular en el cuello y no están asociadas a otros elementos decorativos. Después de la conquista incaica, (75,8%, n=47/62) son más recurrentes los bordes marcadamente evertidos y en ocasiones reforzados con un colombino. Se observa una mayor variabilidad formal y deco-

rativa, observándose la introducción de nuevas modalidades decorativas, así como la asociación de diversos elementos decorativos: líneas en zigzag, asas decoradas y líneas cortas incisas en el labio.



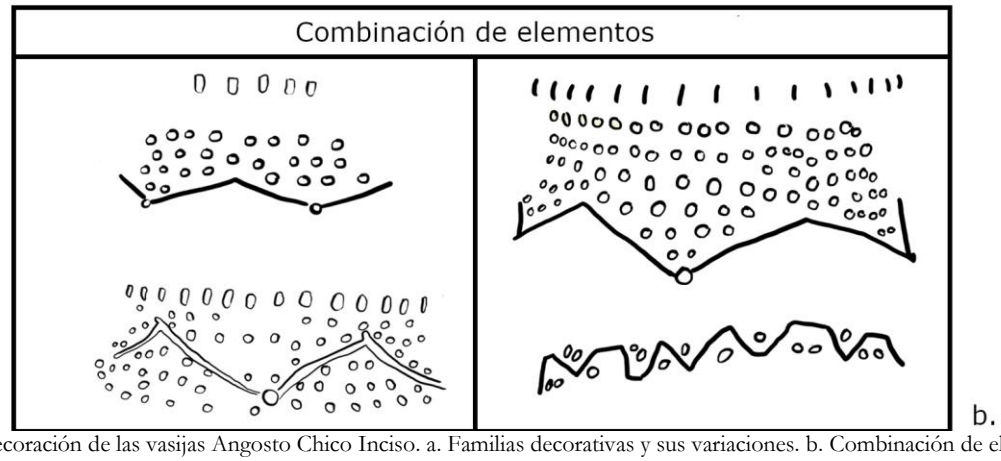




**Figura 6.** Decoración de las vasijas Angosto Chico Inciso. a. Familias decorativas y sus variaciones. b. Combinación de elementos.

## 5. DISCUSIÓN

El estudio integral de la cerámica llevado a cabo en esta oportunidad ha permitido establecer los recursos estilísticos que permiten definir el estilo Angosto Chico Inciso. A nivel de manufactura, se han podido identificar dos métodos de manufactura. El MM-A con una técnica mixta de modelado de la base y el uso de colombinos para el cuerpo superior, y el MM-B que presenta colombinos dispuestos en espiral de la base al cuello. A partir de los estudios petrográficos realizados por Cremonte (2019), se ha podido establecer que el MM-A aparece en piezas con pastas locales y también en aquellas con pastas no locales, mientras que el MM-B estaría presente solamente en piezas con pastas no locales. Esto indicaría que las piezas de origen oriental tendrían una mayor variabilidad en los métodos de formación.

En relación con la morfología, las piezas ACHI corresponden principalmente a ollas globulares con cuellos cortos, bordes evertidos y asas labioadheridas. La mayor incidencia de ollas globulares en el conjunto, así como una mayor variedad morfológica en relación con los cántaros resulta interesante en relación a los usos que tenía el ACHI. Los estudios iniciales que estamos realizando sobre huellas de uso en estas ollas parecen indicar que habrían sido utilizadas para hervir y cocinar a fuego lento diversos alimentos. La escasa presencia de cántaros ACHI en QdH puede sugerir que el almacenamiento, transporte y vertido de líquidos no era la función principal de las piezas de este estilo.

Los aspectos iconográficos de estas vasijas muestran una gran variabilidad interna, aunque responden a un esquema general: incisiones en la zona del cuello. La disposición, el tipo de incisión y la combinación con otros elementos parecen menos regulados, permitiendo una gran variabilidad interna y brindando a cada vasija ACHI un carácter único.

En el sector centro-sur de QdH, la presencia de ollas globulares y cántaros ACHI de pastas locales y alóctonas en los mismos contextos puede implicar la materialización de relaciones entre grupos y sus alianzas. La presencia de una propuesta visual particular en las vasijas ACHI, completamente diferente de las vasijas locales Humahuaca Negro sobre Rojo, podría señalar la existencia de dos formas de cognición relacionadas con conceptos subyacentes del espacio de diferentes paisajes originados en ambientes divergentes. La apropiación de algunos atributos, especialmente las incisiones en el cuello y las formas de las vasijas, y no de otros como las líneas en zigzag o las incisiones en el labio, podría significar que sólo algunas asociaciones simbólicas tuvieron un significado compartido entre ambos grupos. Esta situación pudo haber tenido un impacto importante en la identidad de los grupos locales durante los momentos prehispánicos tardíos. Las relaciones establecidas desde momentos tempranos entre el sector centro-sur de QdH y la selva oriental se habrían reforzado a partir del siglo XII, de acuerdo a la mayor presencia de sitios con evidencias materiales quebradeñas (Fumagalli, 1994). Después de la conquista incaica, estos vínculos pueden haber sido incorporados al paisaje y a la ideología del Imperio a través del establecimiento de sitios dedicados a la extracción sistemática de recursos y el establecimiento de guarniciones de frontera como Cucho de Ocloyas (Fumagalli, 1994, 2003). En el sector centro-sur de QdH, esta nueva situación se evidenciaría en el incremento de vasijas ACHI no locales y de otras cerámicas orientales como el Corrugado (Scaro, 2019). Sin embargo, la continuidad de las formas de las vasijas ACHI y su uso en contextos similares puede indicar que el papel del estilo ACHI y el universo de significados asociados a él permanecieron en un nuevo marco de relaciones.

Las vasijas representan una forma tangible de las lógicas espaciales y paisajísticas subyacentes a la sociedad que las creó. La circulación de estos objetos en contextos de diversos grupos sociales puede haber creado un escenario de encuentro y negociación de significados y lógicas espaciales dentro de diferentes paisajes, como la QdH y la selva oriental. Así, la participación activa de las vasijas ACHI locales y no locales en las prácticas sociales domésticas y comunales/rituales habría puesto de manifiesto sus diferentes orígenes, haciendo presente la selva oriental en la vida cotidiana, así como transmitido la memoria del grupo en cuanto a alianzas y parentescos entre diferentes sociedades a través del tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Comunidad Aborigen de la Finca Tumbaya, especialmente a Celestina Abalos, Néstor Vilte y a la familia Cruz-Cañari, por apoyar la investigación dentro del territorio comunitario. Agradezco a los encargados del depósito arqueológico de los Museos Casanova y Etnográfico. Un agradecimiento especial a Beatriz Cremonte y Guillermina Couso por sus consejos en versiones anteriores de este artículo. Todos los errores son míos. El trabajo fue apoyado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas [Beca Posdoctoral]; la Agencia de Ciencia, Tecnología e Innovación [subsidios PICT-2017-0280, PICT 2018-0584 y PICT2019-2019-00297]; y la Universidad Nacional de Jujuy [subsidios SECTER E/G010 y SECTER DU-08].

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Alconini, S. (2016): *Southeast Inka frontiers boundaries and interactions.* Florida: University Press of Florida.

Balfet, H., Fauvet-Berthelot, M. y Monzon, S. (1983): *Pour la normalisation de la description des poteries*. Paris: CNRS.

Bennett, W., Bleiler, E. y Sommer, F. (1948): Northwest Argentine Archaeology. *Yale University Publications in Anthropology* 38.

Bugliani, F. (2008): *Consumo y representación en el sur de los valles Calchaquíes (Noroeste Argentino)*. Oxford: BAR.

Cremonte, B. (2006): El estudio de la cerámica en la reconstrucción de las historias locales. El sur de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) durante los Desarrollos Regionales e Incaico. *Chungara* 38(2):239-247.

Cremonte, B. (2019): Vasijas Angosto Chico Inciso: interacción entre quebradeños y yungueños. Evidencia petrográfica en secciones delgadas. *Estudios Sociales del NOA* 22: 67-92.

Cremonte, B. y Scaro, A. (2010): Consumo de vasijas cerámicas en un contexto público tardío del Pucara de Volcán (Dto. Tumbaya, Jujuy, Argentina). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 20: 147-161.

Criado-Boado, F. (2015): Archaeologies of space: An inquiry into modes of existence of Xscapes. En Kristiansen, K., Smejda, L., y Turek, J. (eds.): *Paradigm found. Archaeological theory present, past and future*: 61-83. Philadelphia: Oxbow Books.

D'Altroy, T., Williams, V. y Lorandi, A. (2007): The Inkas in the Southlands. En Burger, R., Morris, C., y Mattos, R. (eds.): *Variations in the expression of Inka power*: 85-133. Washington: Dumbarton Oaks.

Fumagalli, M. (1994): Relaciones de complementariedad en el Período de Desarrollos Regionales entre el Ámbito de Valles Orientales y el de Quebrada de Humahuaca en el Sector Centro-Meridional. En Albeck, E. (ed.): *Taller de Costa a Selva*: 373-394. Tilcara: Publicaciones del IIT.

Fumagalli, M. (1998): El Pucará de Volcán, historia ocupacional y patrón de instalación. En Cremonte, B. (ed.): *Los Desarrollos Locales y sus Territorios*: 131-153. Jujuy: Ediunju.

Fumagalli, M. (2003): El Cucho de Ocloyas. Control e interacción en los valles orientales de Jujuy. *Cuadernos* 20: 133-150.

Fumagalli, M. y Cremonte, B. (1997): Correlación cronológica del yacimiento de Volcán con sitios de los valles orientales (sector meridional, Quebrada de Humahuaca). *Avances en Arqueología* 3: 191-212.

García Rosello, J. y Calvo Trias, M. (2013): *Making Pots: el modelado de la cerámica a mano y su potencial interpretativo*. Oxford: BAR International.

Gallin, A. (2013). CerAfIm. http://lampea.cnrs.fr/cerafim/ (accesado el 09/06/2022).

Gatto, S. (1946): Exploraciones arqueológicas en el Pucara de Volcán. *Revista del Museo de La Plata* NS 4: 5-91.

Gosden, C. y Marshall, Y. (1999): The cultural biography of objets. *World Archaeology* 31(2): 169-178.

Hodder, I. (1990): Style as historical quality. En Conkey, M., y Hastorf, C. (eds.): *The uses of style in archaeology*: 44-51. Cambridge: Cambridge University Press.

Jernigan, E. (1986): A non-hierarchical approach to ceramic decoration analysis. *American Antiquity* 51(1): 3-20.

Lemonnier, P. (1992): *Elements for an antropology of technology*. Michigan: University of Michigan.

Leoni, J. y Acuto, F. (2008): Social landscapes in pre-Inca northwester Argentina. En Mills, B., y Walker, W. (eds.): *Memory work. Archaeology of material practices*: Santa Fe: 587–603. School for Advanced Research.

Livingstone-Smith, A. (2001): *Chaîne opératoire de la poterie*. Tesis Doctoral. Brucelas: Université libre de Bruxelles.

MacSweeney, N. (2011): *Community, identity and archaeology*. Michigan: University of Michigan Press.

Madrazo, G. (1969): El complejo estilístico Angosto Chico Inciso. *Etnia* 11: 24-28.

Miller, D. (2005): *Materiality*. Durham: Duke University Press.

Nielsen, A. (2006): Pobres jefes. Aspectos corporativos en las formaciones sociales pre-inkaicas de los Andes Circumpuñeños. En Gnecco, C., y Langebaek, C. (eds.): *En contra de la tiranía tipológica en arqueología*: 121-150. Bogotá: Uniandes.

Ottonello, M. (1994): La cerámica Angosto Chico Inciso en el sitio del Volcán en el sector meridional de la Quebrada de Humahuaca. En Albeck, E. (ed.) *Taller de costa a selva*: 329-352. Tilcara: Publicaciones del IIT.

Reboratti, C. (2003): *La Quebrada*. Buenos Aires: La Colmena.

Roux, V. (2016): *Ceramics and society*. Switzerland: Springer.

Runcio, A. (2009): *Estilos e identidades: Producción y consumo de vasijas cerámicas en la Quebrada de Humahuaca durante los Períodos Tardío e Inca (900-1536 d.C.)*. Tesis Doctoral. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Santacreu, D. (2017): Interpreting long-term use of raw materials in pottery production: A holistic perspective. *Journal of Arcaheological Science: Reports* 16: 505—512.

Scaro, A. (2015): La alfarería de El Pobladito (Tumbaya, Jujuy, Argentina). Una aproximación al Período Intermedio Tardío de Tumbaya a partir del estudio cerámico. *Chungara* 47(3): 455-468.

Scaro, A. (2017): Esquina de Huajra vessels. A morphological and decorative study of Humahuaca-Inca Pottery. En Scaro, A., Otero, C., y Cremonte, B. (eds.): *Pre-Inca and Inca pottery*: 139-168. Cham: Springer.

Scaro, A. (2019): El análisis estilístico de la cerámica para evaluar cambios y transformaciones sociales: Un ejemplo de la alfarería tardía local del sector centro-sur de Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina). *Arqueología* 25(1): 39-68.

Scaro, A. (2020): *Paisajes en un sector de la Quebrada de Humahuaca durante la Etapa Agroalfarera*. Oxford: Archaeopress.

Scaro, A. y Cremonte, B. (2012): La vajilla de servicio de Esquina de Huajra (Dpto. Tumbaya, Jujuy, Argentina). Alternativas teóricas para interpretar su significado. *Revista del Museo de Antropología* 5: 31-44.

Tarragó, M. (2000): Chakras y pukara. Desarrollos sociales tardíos. En Tarrago, M. (ed.): *Nueva historia Argentina*: 257-299. Barcelona: Sudamericana.

Tilley, C. (1999): *Metaphor and material culture*. New York: Blackwell.

Ventura, B. (2017): La ocupación inca en los valles orientales del norte de Salta (Argentina). En Ventura, B., Ortiz, G., y Cremonte, B. (eds.): *Arqueología de la vertiente oriental Surandina*: 171-204. Buenos Aires: Publicaciones de la SAA.

Williams, V. (2000): El imperio Inka en la provincia de Catamarca. *Intersecciones* 1: 55-78.

Los estudios sobre materiales cerámicos han venido incrementándose en los últimos años con perspectivas innovadoras mediante la aplicación de diversos enfoques. Las nuevas tecnologías, los estudios analíticos y tecnológicos y los nuevos marcos teóricos están ahora brindando nuevas respuestas y nuevas formas de percibir los artefactos cerámicos. El libro que presentamos aquí se constituye como una recopilación de trabajos que abordan los estudios cerámicos desde estas diversas perspectivas con el objetivo de abundar en el conocimiento de las culturas que las generan, a un lado y otro del Atlántico, con procesos de desarrollo muy diversos y en distintos momentos cronológicos. Además, en él se pueden encontrar varios trabajos metodológicos y teóricos que ayudarán a aquellos investigadores e investigadoras que vayan a iniciar sus trabajos sobre cerámicas arqueológicas, a enfocar sus estudios y acotar las respuestas que estos enfoques puedan reportarles. Este libro se constituye como un compendio de trabajos que serán de gran utilidad para aquellas personas que se encuentren interesadas en descubrir los códigos culturales que emanan tras los gestos técnicos de los alfareros y alfareras que realizaron aquellas cerámicas, hoy arqueológicas.