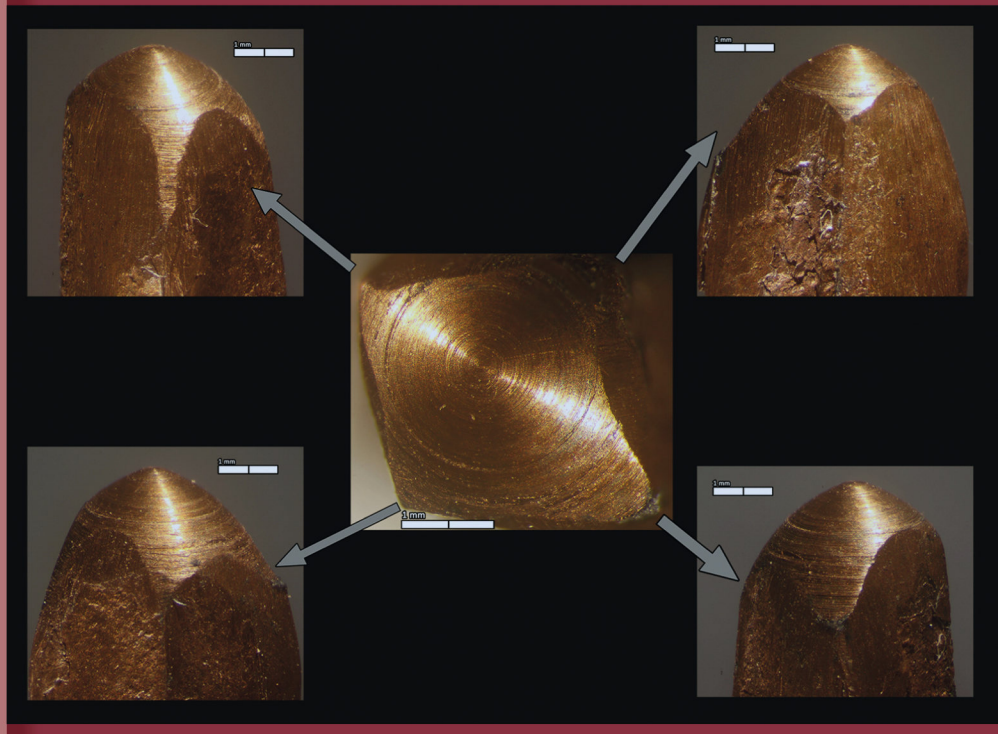
cuadernos de Prehistoria y Arqueología

de la Universidad de Granada



27

2017

CPAG

CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA [CPAG]

revistaseug.ugr.es/index.php/cpag

Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada es una revista de periodicidad anual editada por el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. Fundada por el profesor D. Antonio Arribas Palau en 1976, con el nombre de Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, desde sus inicios ha sido el órgano de expresión del desarrollo de la disciplina arqueológica en Andalucía, con especial énfasis en los aspectos metodológicos y teóricos. Desde el año 2008, en el que recibe su actual denominación, amplía su ámbito de interés y cada volumen se divide en tres partes, una sección monográfica dedicada a un tema específico, elegido por su relevancia para el desarrollo de la disciplina, otra sección (El Documento Arqueológico) destinada a la rápida difusión de los resultados de intervenciones y estudios arqueológicos recientes, con especial atención a los realizados en Andalucía, y una última sección dedicada a las Recensiones y Crónica Científica.

Director:

Fernando Molina González (Universidad de Granada)

Secretario:

Juan Manuel Jiménez Arenas (Universidad de Granada)

CONSEJO DE REDACCIÓN

Lorenzo Abad Casal (Universidad de Alicante); Andrés Adroher Auroux (Universidad de Granada); Francisco Contreras Cortés (Universidad de Granada); Mauro Hernández Pérez (Universidad de Alicante); Trinidad Nájera Colino (Universidad de Granada); Margarita Orfila Pons (Universidad de Granada); Arturo Ruiz Rodríguez (Universidad de Jaén).

CONSEJO ASESOR

Juan Antonio Barceló (Universidad Autónoma de Barcelona); Manuel Bendala Galán (Universidad Autónoma de Madrid); Juan Blánquez Pérez (Universidad Autónoma de Madrid); Miguel A. Cau Ontiveros (ICREA, Universidad de Barcelona); Margarita Díaz-Andreu (ICREA, Universidad de Barcelona); Anthony Harding (Universidad de Exeter, Reino Unido); Rafael Hidalgo Prieto (Universidad Pablo de Olavide); Simon J. Keay (Universidad de Southampton, Reino Unido); Giovanni Leonardi (Universidad de Padova, Italia); Arturo Morales Muñiz (Universidad Autónoma de Madrid); Alberto Moravetti (Universidad de Sassari, Italia); Francisco Nocete Calvo (Universidad de Huelva); Oliva Rodríguez Ariza (Universidad de Jaén); Pierre Rouillard (CNRS, Francia); Markus Trunk (Universidad de Trier, Alemania); Valentín Villaverde Bonilla (Universidad de Valencia).

© UNIVERSIDAD DE GRANADA.
CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA.
CPAG 27, 2017.
Edita: Editorial Universidad de Granada y Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.
Maquetación: CMD Granada.
Imprime: Imprenta Comercial. Motril (Granada).
ISSN: 2174-8063. Dep. legal: GR/9-1977.

Printed in Spain *Impreso en España*

SUMARIO

CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA
N.º 27, 2017

Editores: GABRIEL MARTÍNEZ FERNÁNDEZ y NATALIA N. SKAKUN

MONOGRÁFICO

INTEGRATED EXPERIMENTAL-TRACEOLOGICAL STUDY OF ANCIENT TOOLS (Dedicated to Galina F. Korobkova and George H. Odell)

Estudio traceológico-experimental integrado de útiles antiguos (Dedicado a Galina F. Korobkova y George H. Odell

GABRIEL MARTÍNEZ FERNÁNDEZ y NATALIA N. SKAKUN: **Presentación**..... 7-11

ASUMPCIÓ VILA MITJÀ: **Análisis funcional y Etnoarqueología: una síntesis experimental**..... 13-26
Use-wear analysis and Ethnoarchaeology: an experimental synthesis

IGNACIO JESÚS CLEMENTE CONTE: **El porqué y para qué de la 'Traceología' en la Arqueología prehistórica** 27-53
Why and for what of the 'Traceology' in prehistoric Archeology

NATALIA B. AKHMETGALEEVA y YURI E. DEMIDENKO: **Hunting projectile weaponry of Byki late upper Paleolithic sites (center of Eastern Europe): The co-coexistence of bone and flint points**..... 55-72
Armas arrojadizas de caza de yacimientos del Paleolítico Superior Final de Byki (centro de Europa del Este): Coexistencia de puntas de hueso y puntas de sílex

MAŁGORZATA WINIARSKA-KABACINSKA: **Animal perforated teeth deposit from magdalenian site at Wilczyce (southeastern Poland). What they were used for? A Use-wear case study** 73-82
Depósito de dientes de animal perforados del yacimiento magdaleniense de Wilczyce (sureste de Polonia). ¿Para qué se usaron? Un estudio de caso de huellas de uso

GRZEGORZ OSIPOWICZ y DOROTA NOWAK: **Complexity of use-wear traces formed on flint projectile points - A voice in discussion.** 83-109
La complejidad de las huellas de uso en puntas de proyectil de sílex – Una contribución para el debate

NATALIA SKAKUN, IRINA PANTYUKHINA, VERA TEREKHINA y YURI VOSTRETSOV: **Use-wear and residue analysis of stone tools used by earliest farmers at the Klerk-5 site in Primorye (Russia) (Preliminary results)** 111-120
Análisis de huellas de uso y de residuos de los instrumentos de piedra usados por los primeros agricultores en el yacimiento Klerk-5 de Primorye (Rusia). Resultados preliminares

ROZA ARAZOVA and NATALIA N. SKAKUN: **The oldest harvesting tools of Azerbaijan (according to experimental-traceological research)** 121-132
Los útiles de siega más antiguos de Azerbaiyán de acuerdo con la investigación experimental-traceológica

KETEVAN ESAKIA: **Revisiting the role of the form and function of ancient tools (based on materials from the site Aruchlo I, Georgia)** 133-139
Revisitando el papel de la forma y la función de útiles antiguos a partir de los materiales procedentes del yacimiento Aruchlo I (Georgia)

NATALIA SKAKUN, BORYAN MATEVA y VERA TEREKHINA: **Production and use of long blades during the Chalcolithic in North-Eastern Bulgaria** 141-165
Producción y uso de las grandes hojas de sílex durante el Calcolítico del Noreste de Bulgaria

SHOH YAMADA: **Right or left? Front or back? Use-wear analysis of flint sickles in the biblical period of the Levant** 167-175
¿Derecha o izquierda? ¿Delante o detrás? Análisis de huellas de uso de hoces de sílex del periodo bíblico de Levante

ALBA MASCLANS, ANTONI PALOMO y JUAN GIBAJA: **Functional studies of Neolithic stone axes and adzes. Experimental program and archaeological applications** 177-210
Estudios funcionales de hachas y azuelas de piedra neolíticas. Programa experimental y aplicaciones metodológicas

MIKHAIL G. ZHILIN: **Bone massive Spear heads in the Mesolithic of Western Russia (Technological and Functional Study)** 211-244
Puntas de lanza de hueso masivas del Mesolítico de Rusia Occidental. Estudio tecnológico y funcional

MIKOŁAJ LISOWSKI, KATARZYNA PYŻEWICZ y MATEUSZ FRANKIEWICZ: **Multi-Aspect Analysis of Neolithic Bone Tools from Kopydłowo, Site 6, Poland** 245-267
Análisis multi-aspectual de útiles neolíticos de hueso procedentes del yacimiento 6 de Kopydłowo (Polonia)

MILLÁN MOZOTA, MIRIAM DE DIEGO, IZARO QUEVEDO y JUAN FRANCISCO GIBAJA: **Nuevos aportes desde la experimentación al estudio funcional del utillaje óseo neolítico** 269-291
New contributions from experimentation to functional study of the Neolithic bone tools

DAVID CUENCA SOLANA e IGNACIO CLEMENTE CONTE: **Pasado, presente y futuro del análisis funcional aplicado al estudio de los instrumentos de concha prehistóricos**..... 293-314
Past, present and future of functional analysis applied to the study of prehistoric shell tools

CARMEN GUTIÉRREZ SÁEZ, PEDRO MUÑOZ MORO, CRISTINA LÓPEZ RODRÍGUEZ e IGNACIO MARTÍN-LERMA: **Perforación manual *versus* perforación mecánica en la Prehistoria. Aportaciones desde la Traceología** 315-352
Manual drilling *versus* mechanical drilling in Prehistory. Contributions from Traceology

EL DOCUMENTO ARQUEOLÓGICO
Archaeological data

RAIMON GRAELLS I FABREGAT: **El casco de hierro de la tumba 27 de Galera**..... 355-372
The Iron Helmet from Galera's Grave 27

FEDERICO MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, MANUEL MÁRQUEZ CRUZ y CARLOS E. SAROMPAS CAZORLA: ***Tituli picti* en ánforas olearias béticas alusivos a la *statio sel* y a la *statio sex*, hallados en el Monte Testaccio de Roma, y su contexto geo-histórico** 373-397
Tituli Picti on Oil Amphorae from Baetica refered to *Statio Sel* and *Statio Sex* found in Monte Testaccio of Rome, and its Geo-Historical Context

PATRICIA FOURNIER G., SAÚL ALBERTO GUERRERO RIVERO, JOHN CARPENTER SLAVENS y SERGEY SEDOV: **Caracterización arqueométrica en el estudio de tecnologías productivas: contenedores cerámicos en México y Andalucía durante el periodo virreinal**..... 399-427
Archaeometric Characterization in the Study of Productive Technologies: Ibero-American Shipping: Containers in Mexico and Andalusia during the Viceregal Period

MONOGRÁFICO

INTEGRATED EXPERIMENTAL-TRACEOLOGICAL STUDY OF ANCIENT TOOLS

(Dedicated to Galina F. Korobkova and George H. Odell)

ESTUDIO TRACEOLÓGICO-EXPERIMENTAL INTEGRADO DE ÚTILES ANTIGUOS

(Dedicado a Galina F. Korobkova and George H. Odell)

PRESENTACIÓN

GABRIEL MARTÍNEZ FERNÁNDEZ y NATALIA N. SKAKUN

La edición del presente número monográfico de la revista "Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada" nos ofrece una extraordinaria oportunidad de abordar un campo de investigación especialmente relevante para la historia de la disciplina arqueológica a escala mundial y, a la vez, referir ciertos detalles de la historia del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada que convergen con este proceso. Diversas circunstancias han favorecido la edición de este volumen y generado el contexto para expresar las reflexiones que ofrecemos a continuación. Primeramente, evocamos el desarrollo de una disciplina arqueológica, la Traceología, que cuenta hoy con una larga tradición de investigación, tanto de carácter teórico y metodológico como aplicado y relativo al conocimiento de los procesos de manufactura y uso de toda clase de útiles de las sociedades del pasado. El volumen se titula "Estudio traceológico-experimental integrado de útiles antiguos" y está dedicado a G. F. Korobkova y a G. H. Odell, dos importantes investigadores en el campo de los estudios traceológicos representativos de una misma tradición científica, si bien estando integrados en prácticas académicas desarrolladas durante bastante tiempo a ambos lados de un mundo dividido en dos bloques políticos irreconciliables. También nos permite rememorar la temprana relación de las instituciones a las que pertenecemos los editores en los dos estados de los que dependen, la antigua URRS, actual Rusia, y España, y su continuación hasta el día de hoy. Pero, ante todo, recopila un importante conjunto de artículos de muy variada temática que ejemplifica fielmente la diversidad de intereses que hoy tiene la comunidad científica agrupada en el campo de la investigación traceológica de los útiles de sociedades del pasado.

Se podría rastrear un antiguo interés por el conocimiento de la función que desempañaron los útiles prehistóricos, pero fue el trabajo de Sergei Semenov durante los años 30 del siglo XX el que puso las bases teóricas y metodológicas para el desarrollo de este campo de la investigación, en el cual son fechas clave 1957, cuando presenta su estudio monográfico titulado "Tecnología prehistórica", y 1964, cuando se publicó en inglés el resultado de sus investigaciones. Como han señalado J. Marreiros y colaboradores en 2015, coincidiendo con el despegue de la escuela de pensamiento arqueológico conocida como "New Archaeology", lo que indudablemente favoreció su difusión y práctica entre los profesionales del

denominado "mundo occidental". Semenov y sus discípulos directos ("the Russian Legacy") caracterizaron la "Traceología" como una aproximación totalizadora que integra el reconocimiento de la materia prima, las técnicas de manufactura de los útiles, la identificación de su función con ayuda de análisis macro y microscópico, la verificación de las interpretaciones por medio de comparaciones experimentales y etnográficas, junto con los datos procedentes del estudio de los contextos arqueológicos y paleoambientes, como resumieron L. Longo y N. Skakun en 2008. Ambas insisten en la estricta interacción entre reconstrucción experimental, observación microscópica, así como registros arqueométricos y etnoanalógicos en el proceso de la investigación funcional de los útiles antiguos.

Aunque partiendo de presupuestos epistemológicos radicalmente distintos, la Traceología "soviética" convergió, y sus métodos fueron integrados, con los programas de investigación promovidos desde la Nueva Arqueología funcionalista y el enfoque estructuralista francés liderado por Leroi-Gourhan. Probablemente sin esta interacción no podría entenderse la fuerte implantación de los estudios funcionales en todo el mundo, hasta convertirse durante el último medio siglo en una compleja metodología, una verdadera disciplina, que proporciona las bases fundamentales para la reconstrucción y la interpretación de muchos aspectos de las sociedades de la Prehistoria y de la Historia Antigua, en palabras de Longo y Skakun.

Las trayectorias investigadoras de los dos científicos a los que se dedica este número monográfico ilustran perfectamente esta convergencia e integración. La primera discípula de Semenov, Galina Korobkova, contribuyó extraordinariamente al desarrollo metodológico del análisis traceológico. Fue directora, tras Semenov, del Laboratorio experimental-traceológico de Leningrado e impulsó el trabajo en equipo. En ese tiempo, acogió a un gran número de especialistas de procedentes de centros de investigación de la URSS y de muchos países extranjeros, incluidos algunos españoles, entre los cuales se encuentra el miembro de este Departamento, Francisco Carrión Méndez. Fruto de esa colaboración, el número 9 (1984) de "Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada" pudo incluir un artículo de G. Korobkova. Como investigadora su interés abarcó el análisis de una amplia variedad de materiales arqueológicos pertenecientes a un extenso rango temporal y procedentes de muy diferentes lugares, y fue especialmente cuidadosa a la hora de programar los protocolos experimentales y las estrictas condiciones bajo las que debían desarrollarse. Bajo su dirección diferentes equipos llevaran a cabo un ingente trabajo que aportó conocimiento sobre métodos de talla del sílex y el procesado de variadas clases de roca, así como de obsidiana, hueso, cuerna, marfil, concha, arcilla, madera, hierba, juncos, cereales, metales, etc. Tuvieron una especial trascendencia los experimentos únicos sobre cultivo, recolección y procesado de cereales silvestres y domésticos, realizados por Galina Fedorovna por primera vez en el mundo. Su legado científico comprende monografías y cientos de artículos, muchos de ellos enciclopédicamente informativos. Las publicaciones de G. H. Odell comenzaron en la década de 1970 y continuaron hasta 2012, poco después de su fallecimiento en 2011. Su investigación sobre las huellas de uso de artefactos de piedra tallada arrancó en la década referida y se realizó sobre materiales del Neolítico de Bélgica

y de diferentes yacimientos de medio oeste norteamericano. Para A. S. Dowd, su comunicación a la "First Conference on Lithic Use-Wear" (Vancouver 1977), marcó una nueva era en el análisis de huellas de uso del instrumental lítico. Publicado dos años más tarde, este artículo estableció una dirección principal en el trabajo Odell durante las siguientes cuatro décadas. Pero su interés, destacó Michael, J. Shott en su obituario de 2015, sobrepasó el objeto inmediato de investigación de los útiles de piedra tallada para abarcar el estudio de la Prehistoria en general, pese a ocupar un lugar prominente en la historia del análisis lítico arqueológico, como su síntesis de 2004 acredita. Entre sus temas de interés, aparte de contribuciones metodológicas diversas, hay que resaltar la exploración de la relación entre los lugares de captación de recursos y el grado de sedentarismo de los grupos humanos y los orígenes del arco y la flecha en Norteamérica. Estamos de acuerdo con Shott cuando afirma que Odell haría una contribución especialmente importante cuando, en 1993, resucitó la revista "Lithic Technology", que había dejado de publicarse varios años antes. Mejorando su diseño y formato, la transformó en un influyente foro del análisis lítico y la dirigió con una línea editorial constante durante casi 20 años. Además, G. Odell fue un profesor muy apreciado por el alumnado en la Universidad de Tulsa (Oklahoma).

En la actualidad, se han producido cambios cualitativos significativos en el mundo de la traceología en relación con el uso de las últimas tecnologías digitales, el estudio de residuos orgánicos, la expansión de la base de datos experimentales, que nos permite determinar con mayor precisión las funciones de los útiles y los tipos de materias primas procesadas, así como ampliar el alcance cronológico y territorial de los materiales estudiados. Debe enfatizarse que para G. F. Korobokova y D. H. Odell, lúcidos seguidores de las ideas de S. A. Semenov, la búsqueda de huellas de desgaste en los útiles antiguos no fue un fin en sí mismo, sino que sirvió como un medio para obtener la información necesaria para conocer los problemas generales de la compleja relación entre el desarrollo de la técnica y las sociedades humanas. Estos investigadores, cada uno a su manera, hicieron una rica contribución a la ciencia arqueológica y dejaron un valioso legado científico para las nuevas generaciones de traceólogos.

Durante las últimas décadas la disciplina ha ampliado considerablemente su base metodológica con la incorporación de nuevos instrumentos de observación y aprovechado las técnicas informativas para la sistematización de los datos e integrado ámbitos de interés como la identificación de las trazas relacionadas con los procesos de génesis y transformación postdepsicional del registro arqueológico y el análisis de residuos, reforzando su aproximación multidisciplinar. En 2001, en el marco del congreso internacional de la UISPP, por iniciativa de N. Skakun, se creó la comisión "Functional studies of prehistoric artefacts and their socio-economic meaning" que celebró una serie de reuniones altamente informativas, que acreditan la importancia fundamental de los estudios de trazaología en Arqueología y las perspectivas de su desarrollo en el futuro. En el congreso de la UISPP celebrado en París en 2018, la Comisión organizó dos sesiones que fueron muy apreciadas por organizadores y participantes en el mismo. Parafraseando a R. Risch, este método

desempeña un papel fundamental en el avance disciplinar de la Arqueología. La "International Conference on Use-Wear Analysis" (Faro 10-12 de octubre 2012) ha intentado impulsar los nuevos avances técnicos y metodológicos a la vez que pretendía reflexionar sobre el estado de la disciplina y sus perspectivas de desarrollo y crecimiento en el futuro inmediato. En su marco tuvo lugar la fundación de una asociación internacional de traceólogos con el nombre de "Association of Wear and Residue Analysts" (AWRANA).

La aplicación de la metodología del análisis de huellas de uso de los útiles prehistóricos se inició en España a mediados de los años setenta del siglo XX, aunque algunas de las investigaciones no tuvieron continuidad posterior. En 1981, el libro de S. A. Semenov "Tecnología primitiva" fue traducido al español. En Barcelona surgió el grupo que con el paso de los años alcanzaría un liderazgo que todavía permanece con sede en la "Institució Milà i Fontanals-Consejo Superior de Investigaciones Científicas", pero en estrecha conexión con la Universidad Autónoma de Barcelona. Algunos de sus miembros se formaron en el laboratorio creado por Semenov en Leningrado (p. ej., Ignacio Clemente Conte estudió en el Departamento de Arqueología de la Facultad de Historia de la Universidad Estatal de Leningrado y se especializó bajo la tutela del conocido traceólogo V. E. Schelinsky) y asumen en general los presupuestos teóricos que explican el desarrollo y aplicación de la Traceología como enfoque de aproximación al estudio histórico de las sociedades del pasado, si bien han sabido construir un estilo propio, trabajando muchas veces en equipo, y llevar a cabo importantes proyectos de investigación en diferentes zonas de América, además de la intensa actividad realizada en el Noreste de la Península Ibérica y en otros territorios de la misma. Diferentes universidades e institutos de investigación de España han ido acogiendo a uno o varios expertos en este campo científico. Y lo mismo ha sucedido en el vecino Portugal. En conjunto, todos estos investigadores constituyen una comunidad científica muy activa en la publicación de trabajos, en la colaboración en proyectos específicos y en la organización de reuniones científicas para presentar los resultados.

A buena parte de estos investigadores nos dirigimos Natalia y yo, así como a otros consagrados en este ámbito científico a escala internacional más los vinculados al "Instituto de Historia de la Cultura Material" de San Petersburgo. Algunos no pudieron dar una respuesta positiva por falta de tiempo u otros compromisos, pero, finalmente, reunimos 16 trabajos elaborados por 29 autores procedentes de diez países diferentes. La publicación incluye artículos elaborados por científicos que trabajan en diferentes instituciones: universidades, academias de ciencias y museos. Entre ellos, los más numerosos proceden de España, Rusia y Polonia, a los que se añaden investigadores de Alemania, Azerbaiyán, Bulgaria, Georgia, Japón, Reino Unido y Ucrania. Las temáticas de las aportaciones reflejan la amplitud de intereses de los profesionales de este ámbito de la investigación arqueológica. Predominan (ocho artículos) los que se centran en el análisis de artefactos de muy diversa materia prima (sílex, hueso, diente), técnicas de elaboración y adscripción temporal (desde el Paleolítico Superior hasta la Edad del Hierro), a lo que se añade otro que se ocupa del estudio de residuos en útiles de molienda. Le siguen en número (cinco)

los trabajos experimentales sobre proyectiles de sílex y hueso, sobre las hachas y azuelas, acerca del instrumental de concha, y sobre los perforadores líticos y metálicos. Y dos tienen carácter teórico-metodológico y de historia de la investigación.

Queremos agradecer a todos los autores la generosa colaboración expresada con su participación en esta edición. Así mismo, es justo dejar constancia de nuestra gratitud al nutrido número de científicos que ha revisado los trabajos y con cuyas sugerencias de corrección o ampliación ha contribuido sustancialmente a mejorar el contenido y la presentación de todos los artículos.

ANÁLISIS FUNCIONAL Y ETNOARQUEOLOGÍA: UNA SÍNTESIS EXPERIMENTAL

Use-Wear analysis and Ethnoarchaeology: an experimental synthesis

ASSUMPCIÓ VILA MITJÀ *

RESUMEN Presentación argumentada históricamente de una propuesta metodológica global aplicada al análisis de los restos líticos, entendiéndola como alternativa a las tipologías morfológicas que no ayudaban para nada en la búsqueda de respuestas a mis/nuestras preguntas. El objetivo era afrontar el estudio global del proceso de producción/uso dentro del análisis de la gestión de los recursos líticos (situada en la organización para la sobrevivencia). El núcleo de la propuesta traceológica que desarrollamos fue la **relación** entre la consecución de la forma final del objeto que va a ser usado, el movimiento del mismo durante el trabajo (cinemática) y los cambios en ambos procesos a lo largo del tiempo. La interpretación de esas relaciones en cuanto a eficacia y rentabilidad del trabajo de producción y uso/consumo del instrumento nos permitía el estudio del aprovechamiento del recurso mineral como una estrategia social.

Palabras clave: Traceología, Metodología, Gestión de recursos, Etnoarqueología.

ABSTRACT Presentation historically argued of a global methodological proposal applied to the analysis of lithic remains understanding it as an alternative to morphological typologies that did not help at all in the search for answers to my/our questions. The objective was to face the global study of the production/use process in the analysis of the management of lithic resources (located in the organization for survival). The core of the traceological proposal that we developed was the relationship between the achievement of the final form of the object that is going to be used, the movement of the same during the work (kinematics) and the changes in both processes over time. The interpretation of these relationships in terms of efficiency and profitability of the work of production and use/consumption of the instrument allowed us to study the use of the mineral resource as a social strategy.

Key words: Use-wear, Methodology, Management of Resources, Ethnoarchaeology.

* Institució Milà i Fontanals-CSIC. *avila@imf.csic.es*
Fecha de recepción: 02-06-2016. Fecha de aceptación: 08-01-2017.

INTRODUCCIÓN

En "Historia y actualidad del análisis funcional sobre materiales líticos en España", que abría el volumen dedicado al 1er Congreso de Análisis Funcional en España y Portugal (Vila, 2002), escribí que la preparación de mi tesina a finales de los años 70 (así llamábamos en aquellos años a la Tesis de Licenciatura) y su publicación en 1980 en la revista *Fonaments,* que dirigía el Dr. M. Tarradell, marcan el inicio de la aplicación de esta metodología en la Península Ibérica (Vila, 1980).

En esta primera publicación presenté el método en sí, la historia de la investigación y la metodología detallada, y una triple posibilidad de aplicación para el análisis "del uso de los instrumentos líticos" (en un necesario plan propagandístico, es cierto), incidiendo en la resolución de tres distintas problemáticas arqueológicas. En estas aplicaciones ya argumenté la combinación necesaria del análisis del uso con el morfotécnico propuesto por G. Laplace para el tema de la relación forma-función. Además, proponía una manera gráfica de presentación del resultado del análisis funcional, complementario (como mínimo) a la descripción literaria que acostumbra a ser farragosa, llena de imágenes a veces ingenuas y difíciles de sintetizar.

Las tres aplicaciones estuvieron sustentadas en materiales procedentes de la zona del Reclau Viver en Serinyà, Girona. Argumentaba la pertinencia de los tres ejemplos en la tesina: "La evolución en el tiempo de la función de un tipo característico de pieza: los raspadores del Paleolítico Superior del Reclau Viver (niveles inferiores y solutrenses) y los de la Bora Gran (Paleolítico Final), también de Serinyà, buscando el uso concreto, los cambios en este uso a lo largo del tiempo, si la dinámica en la producción y/o uso había cambiado y si todo ello, o bien una parte, podía ser la causa de las evidentes diferencias morfológicas; la investigación de la función de unas piezas determinadas de un yacimiento: cuchillos eneolíticos (10) de Les Encantades de Martís (Esponellà, Girona) para proponer una visión de la dinámica y función de dichas piezas; por último, el estudio de una actividad productiva a través de los útiles utilizados en dos yacimientos: las piezas de hoz (5) del Reclau Viver y de Les Encantades cuya comparación morfotécnica y de desgaste aclarará la respuesta en dos circunstancias a la misma función".

La que se centraba en los raspadores (incluía 182), en los cambios morfo-técnicos de estas piezas relacionados con la cinemática de uso a lo largo del Paleolítico, es de las tres la que más claramente señalaba lo que considero el núcleo de la propuesta traceológica en sí: la relación entre la consecución de la forma final del objeto que va a ser usado, el movimiento del mismo durante el trabajo (cinemática) y los cambios en ambos procesos a lo largo del tiempo (fig. 1).

La interpretación de esas relaciones en cuanto a eficacia y rentabilidad del trabajo de producción y uso/consumo del instrumento me permitía ya afrontar el estudio del aprovechamiento del recurso mineral como una estrategia social. Ese era el objetivo.

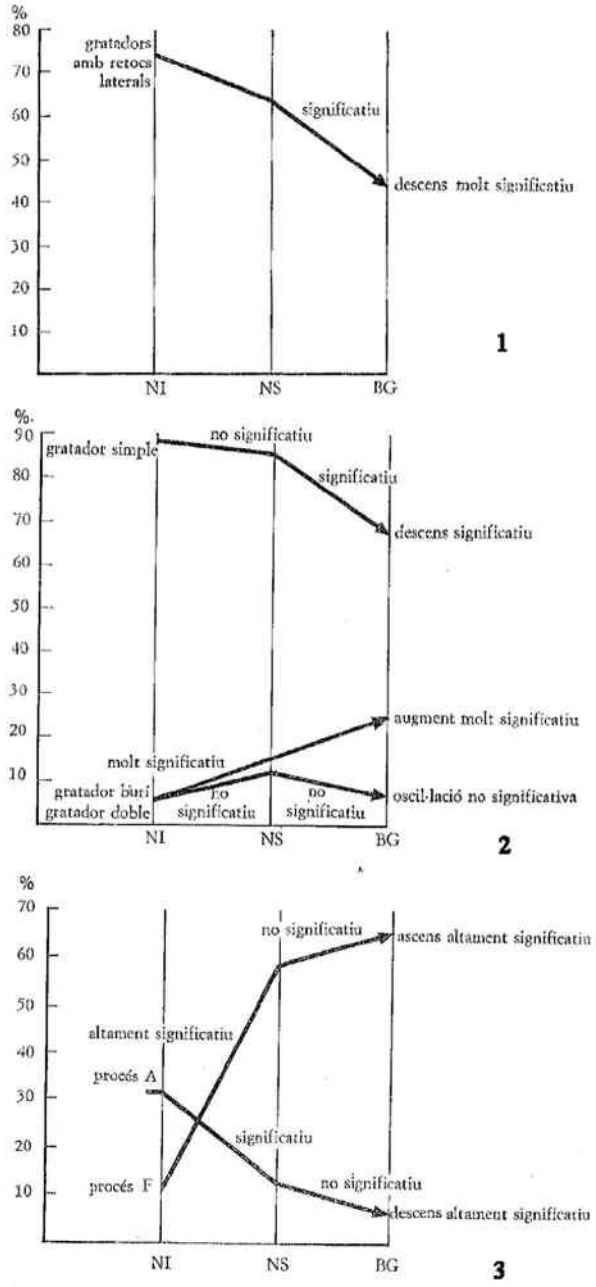


Fig. 1.—Resultados del análisis de los cambios morfotécnicos y funcionales de los raspadores de los Niveles Inferiores (NI), Niveles superiores (NS) del Reclau Viver y de la Bora Gran (BG). 1) Porcentaje de raspadores con retoque lateral. 2) Movimientos de los raspadores simples frente a raspadores-buriles y raspadores dobles. 3) Porcentajes de los procesos de trabajo unidireccional (A) y bidireccional (F). (Según Vila, 1980, pp. 29 y 31).

DESARROLLO Y ESTANCAMIENTO

Esa metodología aplicada al análisis de los restos líticos continuó presente en mis trabajos, siempre entendiéndola como alternativa a las tipologías morfológicas, simplemente porque estas no me ayudaban para nada en la búsqueda de respuestas a mis/nuestras preguntas. Todo lo contrario, distorsionaban el objetivo de la investigación.

Nuestro enfoque era el estudio global del proceso de producción/uso según una metodología que publicamos, dentro del análisis de la gestión de los recursos líticos (situada en la organización para la sobrevivencia) (Vila, 1987). En este contexto el estudio de la función/del uso de los instrumentos nos era imprescindible. ¿Cuál era el objetivo del proceso de producción lítico?: el objeto producido que, a su vez, se incorporaba al ser consumido/usado (ya convertido en instrumento) a otro proceso de gestión, p. ej. de un recurso vegetal.

El objetivo de la producción lítica era pues en realidad el aprovechamiento del recurso vegetal, para el cual la producción de instrumentos era imprescindible.

Queríamos entender la totalidad de los procesos de aprovechamiento de recursos (la caza, por ejemplo), todas sus partes no sólo la parte de extracción (clavar el arma al animal). Esos procesos y su relación jerarquizada a lo largo del tiempo en el proceso general de consecución de estrategias para la reproducción social eran nuestro (parcial) objeto de conocimiento (de deseo intelectual).

Así pues, para conocer los procesos relacionados con el aprovechamiento del recurso mineral: cómo cambiaron, si es que cambiaron, en qué dirección, etc., necesitábamos entender, evaluar y ponderar todas las "partes" de estos procesos. Y finalmente ponerlas en relación, no sumarlas o listarlas.

Por eso desde el principio de mis trabajos combiné el análisis de las huellas de uso con el análisis de caracteres propuesto por el dr. Georges Laplace (Laplace, 1972 y 1974 y la revista *Dialektiké* completa). Las estandarizadas descripción y articulación de caracteres morfotécnicos en una pieza me ofrecían la posibilidad de confrontación con los caracteres propios del uso en esa misma pieza. Pensaba, y pienso, que la que podríamos llamar problemática de la relación forma-función en los instrumentos debía estudiarse aplicando la misma metodología, tanto para el análisis de la forma como para el análisis de uso. Era la única manera de poder entender esta dinámica relación entre producción y consumo, comparar el peso cambiante de los condicionantes y visualizar finalmente las recurrencias más permanentes.

Como propone Ignacio Clemente en este mismo volumen es dificil concretar la actividad en sociedades cazadoras/recolectoras/pescadoras por lo que es aun más importante valorar que lo que podemos hacer (y no siempre se puede en otras épocas) es analizar los procesos, sus variables condicionantes, las determinantes, la dirección y velocidad de los cambios. Todo ello nos permitirá entender la globalidad de las estrategias, las eficacias de las experiencias, la pérdida de importancia del factor ambiental.

Mostré la viabilidad de la aplicación de la propuesta analítica del profesor Laplace a los caracteres funcionales (Vila, 1977, 1988) y cómo esta aplicación me

permitía efectivamente analizar la dialéctica, el movimiento relacional entre los cambios morfológicos y los de uso de los instrumentos. Tanto desde una perspectiva individual, la de cada una de las piezas o de tipos de piezas, como desde la de los conjuntos por estratos/suelos/ocupaciones.

En este sentido, la estadística *ad hoc* que forma parte de la propuesta global de la Tipología Analítica publicada y discutida básicamente en la revista *Dialektiké*, sigue plenamente vigente (fig. 2).

En esta combinación de análisis lo que necesitaba ajustarse o mejorarse fue la parte de los caracteres funcionales, o, dicho de otro modo, las alteraciones de las superficies líticas debidas al uso. Los distintos tipos de alteraciones estaban fijados desde los trabajos de S. A. Semenov (1981 en traducción al español), pero había que objetivar la caracterización de los mismos, evitando depender sólo de la subjetividad del ojo experto del especialista. El sistema denominado "test ciego" fue planteado como una evaluación del análisis, pero está claro que como máximo evalúa la capacidad de acierto del expert@.

Por lo tanto, buscar cómo mejorar y objetivar la propuesta traceológica en sí fue otro de los pasos que dimos, acompañada por colegas arqueólogas y no, y por investigadores en trance de tesis doctorales (Vila y Gallart, 1991, 1993; Pijoan, 2007; Barceló *et al*., 2008). Creo que son excelentes ejemplos que muestran las posibilidades a partir de la genuina propuesta de S. A. Semenov.

Lamentablemente, como he escrito en otros lugares (p. ej., Vila, 2015), este sigue siendo aún un tema a resolver, un aspecto inacabado. Pero insisto en que es fundamental si queremos analizar procesos, desarrollos, cambios.

La inercia en una serie de prácticas de análisis de huellas de uso que ya dan resultados, si entendemos por resultado determinar la materia (*grosso modo*) trabajada por unas cuantas piezas elegidas casi siempre con criterios tipológicos, es difícil de modificar. Básicamente porque a much@s arqueólog@s ya les parece bien o suficiente, ya que responde a sus expectativas y, además, porque en el curso

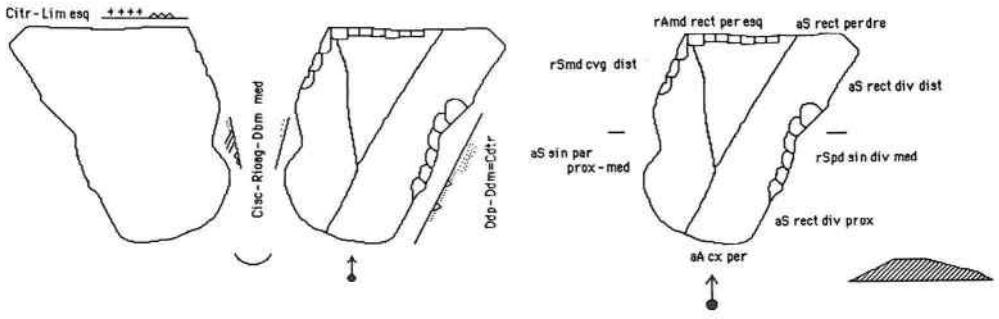


Fig. 2.—Ejemplo de descripción analítica y gráfica de los caracteres funcionales y morfotécnicos. (Según Vila, 1987).

de estas prácticas se están haciendo mejoras parciales, técnicamente hablando, que parecen cubrir esta necesaria mejora general, lo que podríamos calificar como el *aggiornamento* científico. La confusión entre técnicas y metodología es otro de los grandes temas. Así como el presuponer que *per se* las técnicas más modernas (¿más sofisticadas?) son mejores, sin considerar siquiera la pertinencia de la aplicación en cada momento, o la relación entre su aplicación (coste, tiempo…) y la mejora en los resultados (entre otras).

S. A. Semenov arqueólogo soviético reconocido como el origen de esta propuesta metodológica llamada Traceología, a la que llegó por exigencias, y gracias a, su marco teórico, incluyó consecuentemente una secuencia de trabajo en el análisis de las piezas: observación, formulación de hipótesis, experimentación, contrastación y propuesta final, es decir "qué parte del instrumento fue usada/con qué movimiento/sobre qué materia".

En realidad la secuencia no fue la novedad, es la que debe seguirse en todo proceso de investigación. Pero tanto, la esencia de la propuesta como incluso el proceso de análisis quedaron muy desvirtuados en su trasvase al occidente europeo.

La traducción en los años 60 al inglés (al español no lo fue hasta 1981) del trabajo que Semenov había realizado en los años 30 posibilitó su inclusión en la arqueología llamada occidental. O eso parecía. La polémica Semenov/Bordes fue la muestra de que cualquier propuesta por radicalmente distinta que fuera podía integrarse tranquilamente en la anterior y seguir igual. Podíamos decir que fue el paradigma de la confrontación tipologistas empiristas/científicos materialistas.

Semenov había señalado a François Bordes que su objetivo no era hacer una tipología más (ahora funcional), sino que estaba proponiendo otra manera de enfocar el análisis de los instrumentos (Semenov, 1970).

Pero la opinión de F. Bordes, principal tipólogo para conjuntos del Paleolítico en aquella época, de considerar la información funcional como un complemento a las tipologías, o como un detalle a añadir a la descripción tipológica de algunas piezas determinadas elegidas desde un criterio tipológico triunfó, por llamarlo de algún modo, en los trabajos de la arqueología occidental. Seguramente de manera coherente con la tradición histórico-cultural y tipologista morfo-funcional predominante.

Sucede que, realmente, para un estudio descriptivo de los conjuntos líticos (es lo que hacen las tipologías morfológicas) no son imprescindibles las huellas de uso. Teniendo en cuenta, además, que este análisis de uso se ha, casi, reducido a la identificación del material trabajado.

Insistiendo en la importancia de no desvirtuar la propuesta original de S. A. Semenov, en el año 2000 publicamos, con Ignacio Clemente, una crítica al panorama existente relativo a las aplicaciones del "análisis funcional" (Vila y Clemente, 2000). Y no fuimos los primeros (véase p. ej., Odell, 1995).

Debía haberse entendido que la inclusión de la Traceología en el análisis de la producción lítica implica la necesidad de la búsqueda de explicaciones. Más aún, que posibilita esa búsqueda. Por ello dijo Semenov que su propuesta no era tipológica, era "otra cosa", otro enfoque en función de otro objetivo.

Nuestra opción pues, desde la tesina en 1980 hasta la propuesta publicada en 1987, hay que entenderla en el marco de esta búsqueda de explicación para la producción lítica.

El estudio del proceso de producción en todas sus partes, más el análisis del uso combinando los análisis morfotécnico y funcional y aplicándolo a todo el conjunto lítico que estuviera en estudio, no sólo a las piezas con formatización secundaria, fue lo que hicimos, p. ej., en nuestra tesis doctoral que trató sobre "las actividades productivas en el Paleolítico y su desarrollo" (Vila, 1981). El trabajo publicado en dos partes (Vila, 1985, 1987a) sirve bien como ejemplo de lo que entendíamos por estudio global de unos yacimientos, integrando todas las anteriores propuestas de análisis en un acercamiento económico-social.

Todo ello nos facilitó de entrada evidenciar aprovechamientos diferenciales de materias primas, uso de piezas no retocadas, tradiciones residuales, falta de rentabilidad en cuanto a la relación tiempo de trabajo en la producción/uso y alternativas tecnológicas a un mismo fin. El enfoque ya podía dirigirse hacia la evaluación de la producción lítica en relación a la gestión de otros recursos.

El análisis funcional como eje integrador del análisis de los artefactos. Etnoarqueología experimental

Aquí acabó todo, quiero decir que ya habíamos entendido desde la teoría qué práctica necesitábamos para abordar la gestión de recursos en una global estrategia de reproducción social. Publicamos sobre sistemas productivos, procesos de trabajo, peso relativo de esos procesos en el sistema económico, racionalidad económica, etc. Pero entender esta estrategia precisaba entender la organización, las relaciones sociales que la materializaban.

En aquellos años, concibiendo la Arqueología como una más de las ciencias sociales y con el ambicioso objetivo de ir llenando lagunas que dificultaban poder considerarla plenamente como tal, propugnamos la objetivación que podía darnos una adaptación reflexiva de una serie de técnicas procedentes de otras disciplinas (Vila y Estévez, 1989). Ello nos permitía hacer fiables unos datos que a su vez aseguraran la base sobre la que apoyar la explicación social, que era el objetivo. Para ir más allá de especulaciones. A partir de los años 80 la bibliografía está llena de ejemplos de aplicaciones y propuestas en este sentido, tanto para los conjuntos líticos como para los faunísticos, vegetales, etc. (p. ej., Estévez, 1983, 1984; Wünsch, 1989; Vila, 1991).

El problema se evidenció al encarar la explicación global. La objetividad, la aplicación de técnicas científicas, el rigor..., todo aquello que se exigía en el estudio de los materiales se dejaba de lado al afrontar el estudio de todo lo que no entraba en la reduccionista definición de "material". Éramos riguros@s en lo descriptivo, pero sólo especulativ@s en la explicación. No teníamos acceso a la organización social, a las relaciones entre personas para la producción y la reproducción. A alternativas

sociales, a cambios en sus estrategias para la subsistencia. Nada de eso formaba, por definición, parte del "registro".

El problema era que sólo a partir del reconocimiento de estas relaciones y de su organización en cada caso podríamos caracterizar una sociedad y plantear explicaciones para los cambios o la estabilidad de la misma. Seguíamos limitad@s en cuanto a la explicación, en cuanto a conocer las causas de la estabilidad o cambio en las sociedades.

La cuestión era aceptar que la arqueología como ciencia "no podía" (por definición, decimonónica) o preguntarnos si acaso no eran l@s arqueólog@s los que no lo intentaban. Decidimos evaluar la primera opción partiendo de que lo que es la Arqueología depende de lo que l@s arqueólog@s hacemos en nuestras investigaciones cotidianas.

Los proyectos etnoarqueológicos desarrollados por nuestro Grupo en la parte argentina de Tierra del Fuego fueron nuestra respuesta. Empezamos en la segunda mitad de los años 80 y la continuación hasta 2005 nos llevó a otras zonas también (p. ej., Nicaragua o la Costa NW de Norteamérica).

Esta amplia y larga investigación tuvo un componente fundamental desde la misma concepción: la experimentación. Le añadimos el adjetivo experimental a "Etnoarqueología" para que el objetivo general quedara claro desde un principio: era un experimento con el que pretendíamos evaluar el método arqueológico al uso, sus posibilidades reales en relación a nuestras preguntas. Esta evaluación debería permitirnos llegar a una formulación metodológica ajustada al estudio de la dinámica socioeconómica de las sociedades prehistóricas.

La amplia bibliografía existente actualmente sobre el origen y desarrollo de todos esos Proyectos, así como la referida a estudios concretos de materiales (en libros, artículos, tesis y tesinas) me va a permitir limitarme aquí al tema de los materiales líticos. Los trabajos realizados con los restos líticos, las reflexiones y discusiones a lo largo de los distintos proyectos (p. ej., Barceló *et al*., 2008; Clemente y Terradas, 1993, 2009; Clemente *et al*., 1996; Mansur y Vila, 1993; Terradas, 1997), así como las conclusiones teórico-metodológicas (en Terradas, 2005) a las que llegamos reflejan bien lo que quiero exponer.

La citada metodología de análisis lítico usada previamente, y que queríamos poner a prueba (como todo lo demás) mostró sus capacidades. No hubo ninguna dificultad en su aplicación a los materiales fueguinos, ni en el análisis de las huellas de uso ni en la aplicación del análisis "laplaciano". Es cierto también que en los trabajos concretos hubo que contrastar con una constante experimentación dirigida (Clemente, 1997) provocada especialmente por las nuevas (para nosotr@s) materias primas. De todas maneras, ello facilitó por otra parte la comprensión del "origen" y desarrollo de las alteraciones derivadas del uso. Y amplió las materias primas a las que podía aplicarse este acercamiento. Incluyendo ya aquí esta aproximación o análisis al instrumental en general, sea su soporte óseo, de concha o lítico (Clemente y Terradas, 2009; Mansur y Clemente, 2009).

La combinación de los análisis comprendidos en nuestra metodología en los diversos yacimientos excavados facilitó entender el papel predominante de la

variable "uso" en la producción lítica. Las variables técnica y materia prima eran condicionantes, no determinantes. Y por supuesto ningún conjunto era identificador de grupo humano o cultura. Por ejemplo, en los dos principales sitios excavados, Túnel VII y Lanashuaia, con la misma cronología reciente, separados por unos 60 km, en micro-ambientes bastante distintos y ocupados por el mismo grupo (Vila *et al*., 2007; Verdún *et al*. 2016) teníamos: distinta proporción de materias primas usadas para instrumentos, distinto procedimiento técnico de talla, proporción de usos también distintos, pero en relaciones similares. ¿Qué predominaba en el proceso de producción/uso? Usaron básicamente la materia prima que tenían más cerca, la técnica de talla era suficientemente flexible como para no tener que ajustarse sólo a una materia prima, el uso lo determinó la gestión concreta de los recursos en cada caso, que no eran distintos, pero sí lo era la estrategia de aprovechamiento. Todo ello resultó en conjuntos líticos de características distintas (según un análisis lítico tradicional o habitual) (Clemente y Terradas, 1993, 2009, p. ej.). Y sabemos que era el mismo grupo cultural y no tenía que ver con estacionalidades ni con aprovechamiento de recursos distintos. Más aún, los conjuntos de lo que se denomina cultura material son muy similares entre los dos grupos canoeros etnográficamente diferenciados.

Había que replantear pues el binomio "lítica"/cultura y el cerrar el análisis lítico con la descripción de los productos retocados. Estos estudios, especialmente si los hacíamos para cada asentamiento, ni caracterizaban la cultura ni en realidad nos informaban del objetivo de la producción lítica y tampoco de la "capacidad" técnica del supuesto grupo arqueológico. Sobre todo, los aísla del contexto social que los genera y les da sentido. Poníamos pues en su sitio la producción lítica (la gestión de los recursos minerales) en relación a la gestión de otros recursos en una estrategia global. Eso implicaba explicar la producción lítica a través del uso dado a los productos. Facilitábamos así entender los procesos de trabajo "en relación".

Reforzó esta apreciación el ver cómo la tecnología para los instrumentos aprovechaba con rapidez la presencia de nuevos materiales. Por ejemplo, el metal que llegaba a las playas, procedente de naufragios, incluso antes de la presencia de los europeos, fue el substituto de las conchas de *Aulacomya* como hoja de cuchillo. Cambiaba una de las partes del instrumento, nada más (Estévez *et al*., 2002); parte que aumentaba la efectividad (relación tiempo de trabajo/efecto buscado) (fig. 3).

CONCLUSIÓN

Tuvimos claro que el análisis lítico debía tener una prioridad: caracterizar los objetivos de la producción. Es decir, el eje del análisis, el primer paso, debe ser identificar los instrumentos a través del análisis funcional o traceológico. Identificamos los instrumentos y los ubicamos en un proceso productivo concreto.

Instrumento es pues la pieza con uso seguro que pasará a denominarse según este uso específico y concreto. A cada instrumento podemos darle un valor en referencia al tiempo de trabajo necesario para su producción (desde las características

Fig. 3.—Cuchillos etnográficos yamana. Abajo: forma tradicional de filo transversal con cuchilla de valva. Centro: forma tradicional de filo transversal con hoja metálica. Arriba: forma europeizada con hoja de metal.

de captación de la materia prima, la concreta técnica aplicada a la transformación de la misma, etc., según ejemplos que publicamos en 2006: véase Barceló *et al*., 2006). Caracterizaremos cada "instrumento tipo", ya denominado por su uso, en función de la recurrencia documentada de sus rasgos composicionales (materia prima, soporte, preparación, volumen, filos utilizados…). Habremos así identificado y caracterizado los "temas" buscados con la producción lítica, los bienes de consumo. A partir de esa identificación situaremos el contexto: los residuos y los rechazos (Briz *et al*., 2002, 2005) producidos durante el proceso de producción de los futuros instrumentos (ahora ya identificados). Llamamos *rechazo* o elemento rechazado a aquellos restos descartados voluntariamente durante este proceso. ¿Cómo reconocerlo arqueológicamente?: presenta características muy similares a

los instrumentos, pero no ha sido incorporado a otra producción, no ha sido usado. Los *residuos* son aquellos elementos producidos de forma involuntaria, sin similitud ninguna con los instrumentos ni evidencia alguna de uso. En circunstancias óptimas podríamos distinguir entre residuos de producción y residuos de uso. Caracterizamos las estrategias concretas desarrolladas para la obtención de esos "temas".

Concluyendo, con la experiencia acumulada, las discusiones y aportes de compañer@s del Grupo de investigación en el que estamos hace ya muchos años podemos afinar, mejorar, aquella primera propuesta de 1986. No la descartamos, al contrario, la subsumimos y re-estructuramos gracias en gran parte a la experiencia que nos dio la posibilidad de re-pensar la metodología arqueológica, incluyendo en este repensar las informaciones etnográficas más allá de las analogías. Es importante recordar aquí que nuestro primer paso en el desarrollo de estos Proyectos etnoarqueológicos fue la exhaustiva y crítica lectura de los abundantes y variados textos etnográficos (desde el s. XVII hasta el XX) existentes para la zona fueguina y que el objetivo final ha sido conseguir un acercamiento exclusivamente arqueológico a las sociedades prehistóricas (en relación a los procesos de producción lítica y la información etnográfica ver Terradas *et al*., 1999).

Las categorías referidas a las relaciones entre mujeres y hombres que producen y se benefician de los resultados de la producción y uso de bienes de naturaleza material no las encontraremos en los propios restos líticos. La llamada industria lítica no nos proporciona estos datos. La experiencia etnoarqueológica también tiene mucho que ver en estas afirmaciones. Podemos acercarnos a estas relaciones desde otro tipo de análisis, relacionado evidentemente: el análisis del espacio en el que estas relaciones tienen lugar. El espacio físico transformado mediante las actividades productivas es una categoría relevante (Wünsch 1989; Dragicevic, 2008 y Dragicevice *et al*., 2012; Mansur y Vila, 1993). Pero creo que este sería un tema para otro artículo.

BIBLIOGRAFÍA

BARCELÓ, J. A., BRIZ, I., CLEMENTE, I., ESTÉVEZ, J., MAMELI, L., MAXIMIANO, A., MORENO, F., PIJOAN, J., PIQUÉ, R., TERRADAS, X., TOSELLI, A., VERDÚN, E., VILA, A. y ZURRO, D. (2006): "Análisis etnoarqueológico del valor social del producto en sociedades cazadoras-recolectoras", *Etnoarqueologia de la Prehistoria: más allá de la Analogía*, Departament d'Arqueología i Antropología, Institució Milà i Fontanals y CSIC, Treballs d'Etnoarqueologia 6, Madrid, pp. 189-208.

BARCELÓ, J, PIJOAN, J., TOSELLI, A. y VILA, A. (2008): "Kinematics and Use-Wear Traces. An Attempt of Characterization through Image Digitalization", "*Prehistoric Technology" 40 years later: functional studies and the Russian legacy* (Longo, L. y Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 63-71.

BRIZ, I., CLEMENTE, I., PIJOAN, J., TERRADAS, X. y VILA, A. (2002): "Contextos etnoarqueològics i l'estudi de conjunts lítics", *Cota Zero* 17, pp. 12-20.

BRIZ, I., CLEMENTE, I., PIJOAN, J., TERRADAS, X. y VILA, A. (2005): "Stone Tools in Ethnoarchaeological Contexts: Theoretical Methodological Inferences", *Lithic Toolkits in*

Ethnoarchaeological Contexts (Terradas, X., ed.), British Archaeological Reports. International Series 1370, Oxford, pp.1-7.

CLEMENTE, I. (1997): *Los instrumentos líticos de Túnel VII, una aproximación etnoarqueológica,* Treballs d'Etnoarqueologia 2, Editorial CSIC, Madrid.

CLEMENTE, I., MANSUR, M. E., TERRADAS, X. y VILA, A. (1996): "Al César lo que es del César... o los instrumentos líticos como instrumentos de trabajo", *Arqueología: sólo Patagonia. Ponencias de las Segundas Jornadas de Arqueología de la Patagonia* (Gómez Otero, J., ed.), Centro Nacional Patagónico-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Río Gallegos, pp. 319-331.

CLEMENTE CONTE, I. y TERRADAS BATLLE, X. (1993): "Matière premières et fonctions: l'exemple de l'outillage lithique des Yamanas (Terre de Feu)", *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 513-521.

CLEMENTE CONTE, I. y TERRADAS BATLLE, X. (2009): "Igneus and metamorphic rocks exploitation by the last aboriginal from Fuegian Channels", *Proceedings of the Workshop Functional Studies of Non Flint Stone Tools: Methodological Improvements and Archaeological Inferences. Lisbon, 23-25 may 2008* (Araujo Igreja, M. de y Clemente, I., coords.), Instituto de Gestão do Património Arquitectónico y Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Lisboa, pp. 65-87.

DRAGICEVIC, I. (2008*)*: *Las posibilidades del estudio etnoarqueológico del espacio social: El ejemplo Yàmana (Tierra del Fuego)*, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

DRAGICEVIC, I., ESTÉVEZ, J., PIQUÉ, R., VILA, A. (2012): "Gestión del espacio y organización social: ejemplos etnoarqueológicos de Tierra del Fuego", *VII Coloquio Pedro Bosch-Gimpera*. *Arqueologías de la vida cotidiana: espacios domésticos y áreas de actividad en el México antiguo y otras zonas culturales* (Acosta Ochoa, G., ed.), Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 535- 550.

ESTÉVEZ, J. (1983): "Sobre la valoración de los restos faunísticos en yacimientos arqueológicos", *Empúries* 45-46, pp. 42-53.

ESTÉVEZ, J. (1984): "Paleontologia/Arqueología versus Paleoeconomía/Arqueología", *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica, Soria 1981*, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 293-298.

ESTÉVEZ, J., VILA, A. y TERRADAS, X. (2002): "El 'Efecto Isla'; la variable insularidad en el estudio arqueológico de la dinámica social de grupos cazadores-recolectores", *World Islands in Prehistory: International Insular Investigations. V Deia International Conference of Prehistory* (Waldren, W. H. y Ensenyat, J. A., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1095, Oxford, pp. 107-116.

LAPLACE, G. (1972): "La typologie analytique et estructural. Base rationelle d'etude des industries lithiques et osseuses", *Banques de données archéologiques*, Colloques Nationaux du C.N.R.S. 932, Marseille, pp. 91-143.

LAPLACE, G. (1974): "De la Dynamique de l'analyse structural ou la typologie analytique", *Rivista di Scienze Preistoriche* XXIX:1, pp. 3-71.

MANSUR, E. y VILA, A. (1993): "L'analyse du materiel lithique dans le caracterisation archeologique d'une unite sociale", *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:1, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 501-512.

MANSUR, E. y CLEMENTE, I. (2009): "¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego", *Arqueología Argentina en los inicios de un nuevo siglo* (Oliva, F., de Grandis, N. y Rodríguez, J., comps.), Publicaciones del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina 2, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, pp. 359-368.

ODELL., G. H. (1995): "Is Anybody Listening to the Russians?", *Lithic Technology* 1, pp. 40-52.

PIJOAN LÓPEZ, J. (2007): *Quantificació de traces d'ús en instruments lítics mitjançant imatges digitalitzades: resultats d'experiments en Xarxes Neurals i Estadística*, Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

SEMENOV, S. A. (1970): "The forms and functions of the oldest tools", *Quartär* 21, pp. 1-20.

SEMENOV, S. A. (1981): *Tecnología prehistórica*, Akal Ed., Madrid.

TERRADAS, X. (1997): "Lithic raw material procurement strategies of the Yamana people (Tierra del Fuego, Argentina)", *Man and Flint* (Schild, R. y Sulgostowska, Z., eds.), Polish Academy of Sciences, Warszawa, pp. 123-126.

TERRADAS, X. (ed.) (2005): *Lithic Toolkits in Ethnoarchaeological Contexts*, British Archaeological Reports. International Series 1370, Oxford.

TERRADAS, X., VILA, A., CLEMENTE, I. y MANSUR, M. E. (1999): "Etno-neglect or the contradiction between ethnohistorical sources and the archaeological record: the case of stone tools of the Yamana People (Tierra del Fuego-Argentina)", *Ethno-analogy and the reconstruction of prehistoric artefact use and production* (Owen, L. y Porr, M., eds.), Urgeschichtliche Materialhefte Series 14, Tübingen, pp. 103-115.

VERDÚN, E., ESTÉVEZ, J. y VILA, A. (2016): "Ethnoarcheology of Tierra Del Fuego Hunter-Fisher-Gatherer Societies. The Site of Lanashuaia", *Forgotten Times and Spaces: New perspectives in Paleoanthropological, Paleoethnological and Archeological Studies* (Sázelovál, S., Novák, M. y Mizerová, A., eds.), Institute of Archaeology of the Czech Academy of Sciences, Masaryk University, Brno, pp. 532-542.

VILA, A. (1977): "Analyse fonctionnelle et analyse morphothechnique", *Dialektikê. Cahiers de Typologie Analytique* 1977, pp. 54-58.

VILA, A. (1980): "Estudi de les traces d'us i desgast en els instruments de sílex", *Fonaments* 2, pp. 11-55.

VILA, A. (1981): *Les activitats productives en el Paleolític i el seu desenvolupament (un exemple català: el Castell sa Sala i el Cingle Vermell),* Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona.

VILA, A. (1985): *El Cingle Vermell: assentament de caçadors-recol.lectors del Xe.mil.lenni B.P.,* Excavacions Arqueològiques a Catalunya 5, Barcelona.

VILA, A. (1987a): "L'assentament paleolític del Castell (Vilanova de Sau, Osona)", *Cypsela* VI, pp. 111-123.

VILA, A. (1987): *Introducció a l'estudi de les eines lítiques prehistòriques*, UAB-CSIC, Barcelona.

VILA, A. (1988): "Formulation analytique des caracteres fonctionneles", *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie* (Beyries, S., ed.), British Archaeological Reports. International Series 411:ii, Oxford, pp. 189-205.

VILA, A (coord.) (1991): *Arqueología,* Editorial CSIC, Col. Nuevas Tendencias 19, Madrid.

VILA, A. (2002): "Historia y actualidad del análisis funcional sobre materiales líticos en España", *Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (Clemente, I., Risch, R. y Gibaja, J., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 13-16.

VILA, A. (2015): "Historia de una relación por venir: caracteres analíticos para el análisis funcional", *Seis décadas de Tipología Analítica. Actas en homenaje a G. Laplace. Vitoria-Gasteiz, 13, 14 y 15 Noviembre 2012* (Calvo, A., Sánchez, A., García-Rojas, M. y Alonso-Eguíluz, M., eds.), Grupo de Investigación de Tipología Analítica, Vitoria, pp. 1-8.

VILA, A. y CLEMENTE, I. (2000): "Reflexiones en torno al Congreso-Homenaje a S. A. Semenov", *Revista atlántica-mediterránea de prehistoria y arqueología social* 3, pp. 345-354.

VILA, A. y ESTÉVEZ, J. (1989): "«Sola ante el peligro»: la arqueologia ante las ciencias auxiliares", *Archivo Español de Arqueologia* 62, pp. 272-278.

VILA, A. y ESTÉVEZ, J. (1999): "Etnoarqueología como experimentación", *Reunión de experimentación en Arqueología* (Mameli, L. y Pijoan, J., eds), Treballs d'Arqueologia de la UAB número especial, Bellaterra.

VILA, A. y GALLART, F. (1991): "Aplicación del análisis digital de imágenes en Arqueología: el

caso de los micropulidos de uso", *Arqueología* (Vila, A., coord.) Editorial CSIC. Col. Nuevas Tendencias 19, Madrid.

VILA, A. y GALLART, F. (1993): "Caracterizacion de los micropulidos de uso: ejemplo de aplicacion del analisis digital de imágenes", *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 459-465.

VILA, A., MAMELI, L., TERRADAS, X., ESTEVEZ, J., MORENO, F., VERDUN, E., ZURRO, D., CLEMENTE, I., PIQUÉ, R., BRIZ, I. y BARCELÓ, J. A. (2007): "Investigaciones etnoarqueológicas en Tierra del Fuego (1986-2006): reflexiones para la arqueología prehistórica europea", *Trabajos de Prehistoria* 64:2, pp. 37-53.

WÜNSCH, G. (1989): "La organización interna de los asentamientos de comunidades cazadoras-recolectoras: el análisis de las interrelaciones espaciales de los elementos arqueológicos", *Trabajos de Prehistoria* 46, pp. 13-33.

EL PORQUÉ Y PARA QUÉ DE LA 'TRACEOLOGÍA' EN ARQUEOLOGÍA PREHISTÓRICA

Why and for what of the 'Traceology' in prehistoric Archeology

IGNACIO CLEMENTE CONTE *

RESUMEN En este trabajo se plantean una serie de cuestiones en relación al 'análisis funcional' de los instrumentos de trabajo prehistóricos a partir de la aplicación del método denominado como *Traceología* o *Use-wear analysis*. Cuestiones que tienen que ver con la necesidad de aplicar ese método analítico si queremos obtener datos de índole social. Esta técnica de análisis nos permite obtener información básica sobre los procesos productivos en los que intervinieron los distintos instrumentos, sobre la funcionalidad de los asentamientos o sitios arqueológicos, sobre la organización social del espacio y la división del trabajo por género y/o edad. Nos adentraremos en algunos de estos aspectos basándonos en los datos obtenidos a partir de la aplicación, por parte nuestra, de este método analítico a materiales arqueológico de diferentes procedencias geográficas y cronologías. En ocasiones también recogemos explicaciones de otros/as investigadores/as para enfatizar en determinados aspectos.

Palabras clave: Traceología, Prehistoria, Procesos de producción, Actividades económicas, Organización social.

ABSTRACT In this paper a series of questions related to the functional analyses of prehistoric tools based on the application of methods summarized under the umbrella traceological or in other words, use-wear analysis will be presented. Questions inherently related to the necessity of broadening the scope of this methodology in order to obtain data on the nature of social interactions are addressed. These analytical methods allow us to obtain basic information's about the productive processes in which these distinct tools have been used, about the functionality of the archaeological sites, the organization of social space and the division of labor based on age and gender of their occupants. We

* CSIC- Institución Milá y Fontanals (IMF), Departamento de Arqueología y Antropología, Grupo de Arqueología de las Dinámicas Sociales (GADS); Arqueología de la Gestión de Recursos Sociales y Territorio (AGREST) y Grupo de Arqueología de Alta Montaña (GAAM-UAB-CSIC). *ignacio@imf.csic.es*

Fecha de recepción: 06-05-2016. Fecha de aceptación: 09-12-2016.

will touch upon some of these aspects based on our data obtained using these methods on archaeological materials from different chronologies and geographical contexts. On some of these occasions we will draw upon analysis and determinations provided by other researchers in order to emphasize certain aspects of research.

Key words: Traceology, Prehistory, Productive Processes, Economic Behavior, Social Organization.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo no se pretende hacer ninguna revisión historiográfica de lo que ha sido el surgimiento y la aplicación del análisis funcional a lo largo de estos casi 80 años que se viene utilizando[1], después del desarrollo metodológico planteado por S.A. Semenov cuando realizó su tesis a mediados de los años treinta del pasado siglo. Trabajo publicado inicialmente en ruso en 1957, traducido luego al inglés en 1964 y al español en 1981 (Semenov, 1957, 1964, 1981). Por lo que tampoco me adentraré en aspectos metodológicos ni en discusiones sobre los medios de observación, pues ya está más que admitido por todos nosotros que hay que utilizar tanto altos como bajos aumentos para poder determinar el uso con mayor objetividad (Clemente, 1997). Cada medio óptico que se utiliza aporta información imprescindible para poder determinar la función de los instrumentos de trabajo prehistóricos; así pues con el uso de lupas binoculares (entre 10× y 90×) podemos acercarnos a la cinemática y dureza relativa del material trabajado, con el microscopio metalográfico (entre 50× y 500×) podemos identificar los microrrastros de uso, entre los cuales destacamos el micropulido por ser el que más información aporta sobre la naturaleza de la materia trabajada. Con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB: hasta 10.000×) podemos identificar la composición química de los residuos e incluso de la composición de los micropulidos y, cómo no, el uso del Microscopio Confocal que permite realizar estudios de las microsuperficies de los instrumentos y que tanto se está utilizando en los últimos momentos para solucionar aspectos específicos en descripciones y cuantificación de los rastros de uso (Evans y Donahue, 2008; Ibáñez *et al.,* 2014).

Como ya es bien conocido, el análisis funcional tiene una base empírica experimental fundamental. La repetición de los diferentes experimentos con resultados similares ha permitido validar el método. Éste no resulta únicamente inductivo-deductivo, o sea deduciendo de lo que se induce experimentalmente, sino que es inductivo-deductivo y a la inversa (Clemente, 1997). En ocasiones hay que volver a realizar experimentación para validar o refutar las hipótesis que van surgiendo durante el proceso analítico. Cada vez que la experimentación se dedica a una materia prima diferente se trata también de una observación distinta. De ahí que sea necesario reconocer cómo reaccionan las distintas materias primas en las que

1. Ver trabajo de A. Vila en este mismo volumen.

están manufacturados los instrumentos para poder analizar los variados tipos de útiles elaborados por los distintos grupos humanos prehistóricos.

Desde nuestra perspectiva y base teórica, pensamos que lo que aporta el análisis funcional al conocimiento de las sociedades del pasado es muy importante como para convertirlo en un simple listado de las actividades realizadas y las materias trabajadas con los instrumentos. Listado que normalmente se pone como un anexo más al final de los artículos o trabajos de investigación. Pues, tal y como vamos a poder comprobar en las líneas que siguen, son básicos los datos que aporta este método para obtener información de índole social.

Con el análisis de esa materialidad social que son los rastros de uso, tenemos que identificar y estudiar los procesos de trabajo en los que intervinieron esos instrumentos; es decir conocer qué se produce, cómo se produce y quién o quiénes lo producen. De esta forma el análisis funcional, junto a otros métodos analíticos, contribuye al conocimiento de cómo se organizaban esas sociedades prehistóricas para la producción de los distintos bienes de consumo que necesitaban para su supervivencia. Queda clara pues la conexión entre el análisis funcional y la categoría socio-económica "trabajo", por lo que no parece casual que, en su origen, esta metodología surgiese en un contexto influido por el Materialismo Histórico. Es, además, una de las escasas contribuciones de la arqueología al estudio histórico de las sociedades humanas, ya que se trata de un método que surge y se desarrolla en la propia ciencia arqueológica (Shchelinskij, 1983; Ramos *et al.,* 2015).

MATERIALES Y RESULTADOS

Siguiendo el discurso de las últimas líneas, en este apartado vamos a ver algunos de los datos que aporta el análisis funcional para el conocimiento de las sociedades prehistóricas: 1) clasificar los restos líticos según su participación en el proceso de producción global; 2) describir las actividades realizadas con esos instrumentos y, en algunos casos, conocer cuál fue el proceso de producción en el que intervinieron los instrumentos; 3) conocer la funcionalidad de los sitios arqueológicos; 4) ver cómo organizaron socialmente el espacio según las actividades realizadas; 5) solucionar problemas específicos que se plantean en determinados contextos arqueológicos; y 6) en aquellos casos en los que es posible vincular el utillaje depositado en una sepultura, con el sexo y edad de las personas inhumadas, se pueden llegar a plantear hipótesis sobre la división del trabajo.

Clasificar los restos líticos según su participación en el proceso de producción

Hace tiempo que desde el Departamento de Arqueología y Antropología de la IMF-CSIC venimos planteando que la producción lítica no es un fin en sí misma, sino que la talla se realiza para la consecución de unos medios de producción, en forma de instrumentos de trabajo, para intervenir en otros procesos productivos

que permitan la consecución de más bienes de consumo para la subsistencia de los distintos grupos prehistóricos (Vila, 1980; Pié y Vila, 1992; Clemente, 1997). En todo proceso productivo nos encontramos con dos categorías diferentes. Por una parte tenemos el producto buscado (lasca, lámina, producto bifacial, etc.) y, por otra, el producto derivado que correspondería con los residuos generados en la producción del bien de consumo. El estudio de ambas categorías nos dará la clave para comprender las diferentes técnicas de talla (percusión o presión, uso de un tipo de percutor u otro, etc.) utilizadas en la producción lítica tallada. Para el estudio de este aspecto del desarrollo tecnológico de los grupos prehistóricos también resulta imprescindible la experimentación (Terradas y Clemente, 2001).

Nosotros consideramos como instrumento de trabajo a todo resto arqueológico que presenta en su superficie rastros de uso que demuestran su intervención en algún proceso productivo (Clemente, 1997; Briz *et al.,* 2002 y 2005). Bajo este principio no puedo compartir, por ejemplo, los términos que se vienen aplicando especialmente en las clasificaciones tipológicas convencionales cuando se define un "útil" como aquél resto arqueológico con 'retoque', haya sido o no utilizado como instrumento. Nuestra forma de clasificación permite, además, poder definir dos categorías diferentes entre los desechos generados durante la producción. Por una lado, tendríamos los productos descartados o rechazos y, por otro, los residuos. Consideramos que un producto descartado o rechazado es aquel resto sobrante del proceso de producción y consumo de instrumentos desechado voluntariamente. Por su parte, un residuo es aquello producido involuntariamente durante la obtención del producto buscado (Briz *et al.,* 2005). En esta última categoría tendríamos todas aquellas lasquitas y fragmentos que surgen como resultado de los sistemas técnicos de producción aplicados. En muchos casos obedecen a las propias leyes físicas de la talla lítica y/o a las cualidades intrínsecas de las materias primas a tallar. Dentro de la categoría de los productos descartados podemos encontrarnos con restos arqueológicos con formas similares (lascas, láminas, por ejemplo) a los restos clasificados como instrumentos de trabajo. Sin embargo, por razones que desconocemos, no se llegaron a utilizar y no participaron en otros procesos productivos.

Como acabamos de ver, tan solo utilizando la traceología se puede determinar realmente cuáles fueron los restos líticos arqueológicos utilizados como instrumentos y ver qué residuos se generaron y cuáles fueron los productos rechazados para la intervención en otros procesos productivos. Reconocer los instrumentos de trabajo nos permite caracterizarlos, viendo cuáles son los cambios de los mismos a lo largo de los distintos periodos de la Prehistoria.

Descripción de las actividades productivas y procesos de producción

Otro aspecto que nos interesa destacar es que la traceología puede aportar conocimiento sobre las sociedades del pasado, ya que permite conocer las actividades productivas que llevaron a cabo con esos instrumentos y, en ocasiones, aproximándonos al momento o actividad concreta del proceso productivo en el que se utilizó

determinado instrumento. Sin embargo, esto último es más factible observarlo y determinarlo cuando estudiamos sociedades con producción agrícola.

Cuando se realiza el estudio de los instrumentos de trabajo, especialmente de sociedades cazadoras-recolectoras, en las superficies de los instrumentos podemos observar huellas de uso debidas a diferentes actividades productivas: cortar, raspar, raer, machacar, etc.; del mismo modo que podemos determinar la materia trabajada: madera, hueso, carne, piel, plantas no leñosas, etc. Sin embargo resulta muy difícil, por no decir imposible, el relacionar esas actividades con el proceso de producción concreto en el que participaron los instrumentos. Esto es debido a que las actividades realizadas para elaborar, por ejemplo, el mango de una jabalina o lanza, o el astil de una flecha, siempre se repiten las mismas: serrar/cortar, desbastar, raer, raspar y alisar o pulir. Lo mismo ocurre con la elaboración de un punzón, arpón o cualquier otro instrumento en hueso. El ejemplo se puede observar en la figura 1, donde se representa la necesidad del trabajo tanto de madera, hueso y cuero con la realización de diversas actividades para conseguir la elaboración de un arpón 'tipo' *Yámana* (Gusinde, 1986). El arpón, como instrumento, es una suma de los diversos trabajos realizados con esas tres materias para conseguir un producto final, en este caso la elaboración de un arpón.

Como recién se comentaba, las mismas actividades las veremos representadas cuando trabajamos el cuero para elaborar una capa o vestido, o al elaborar otros instrumentos de hueso o madera. Por lo que diferenciamos las actividades pero no se pueden adscribir a un proceso productivo concreto. Solamente cuando se recupera el instrumento durante la excavación y lo encontramos en un indiscutible contexto de uso podemos decir que ese instrumento, o fragmento de instrumento, se utilizó en determinado proceso productivo. Este sería, por ejemplo, el caso de los fragmentos de esquisto encontrados en la ranura de una costilla de ballena en el sitio de Lanashuaia en el Canal Beagle (Clemente y Terradas. 2009; Mameli *et al.,* 2005). En ese caso sí que se puede decir que se utilizó un instrumento de esquisto para cortar esa ballena, o parte de ella.

Sin embargo, cuando analizamos materiales provenientes de contextos arqueológicos relacionados con la agricultura, en muchos casos podemos identificar la actividad concreta realizada con los distintos instrumentos. Así pues, por ejemplo sabemos que las hoces fueron utilizadas para la cosecha de cereales, cortando directamente la caña de la planta. Pero también se da el caso de láminas/hoces que fueron utilizadas para una siega baja a ras del suelo, pues en el extremo distal el pulido de plantas se mezcla con elementos abrasivos minerales producto del contacto de esa parte del instrumento con la tierra. Este tipo de corte se ha documentado en varios sitios y se ha relacionado con el aprovechamiento de la paja como materia prima para la elaboración de otros bienes de consumo. En muchos de los yacimientos analizados nos encontramos con las dos formas de cortar la mies y se cree que probablemente sea debido al corte de distintas especies de cereales. En el caso en que se cortó directamente la mies, parte de la paja quedaba en el campo como rastrojo, mientras que aquel en el que se cortaba a ras de suelo, ésta se transportaba mayormente hasta el almacén o asentamiento. Tanto en uno como en el otro, luego se podía

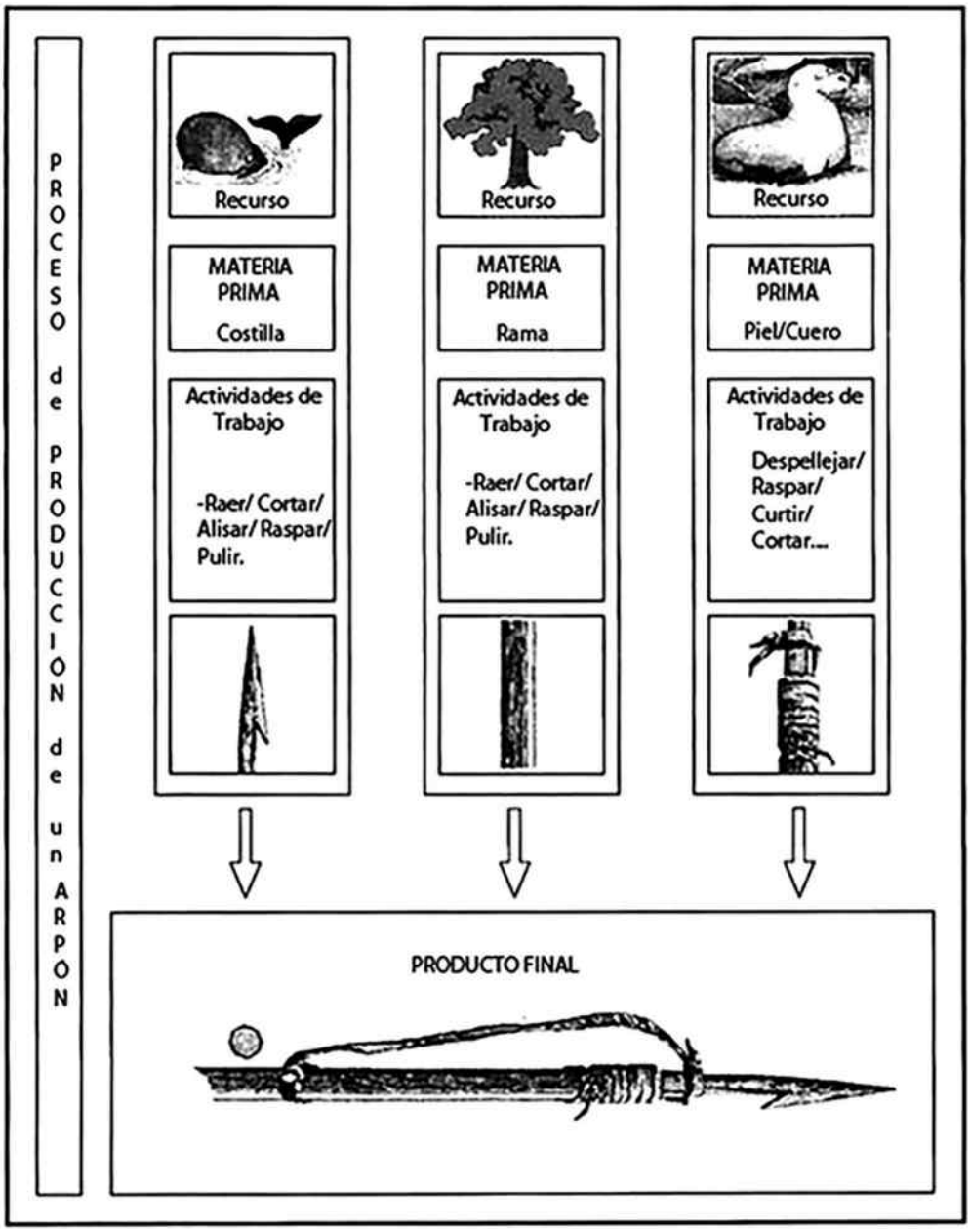


Fig. 1.—Actividades reconocidas para la elaboración de un arpón en una sociedad cazadora-recolectora-pescadora. La imagen del arpón proviene del libro de los *Yámana* de M. Gusinde (1986).

volver a cortar la espiga para separarla del tallo directamente con el haz de cereal apoyado sobre el suelo (Clemente y Gibaja, 1998; Clemente y García, 2008; Gibaja y Clemente, 1996; Gibaja *et al.,* 1997 y 2012; Ibáñez *et al.,* 2008). En este caso se trataría de una actividad predecesora de lo que más tarde (Calcolítico-Bronce) se transformaría en el uso de trillos, por lo menos en lo relativo a la Península Ibérica (Clemente *et al.,* 2014b; Gibaja *et al.,* 2012b). Es más, y siguiendo con el caso de hoces/cuchillos, en determinados casos se pueden diferenciar por las características de los microrrastros cuándo cortaron hierbas silvestres y cuándo lo hicieron sobre cereales domésticos (Ibáñez, 2014; Mazzucco, 2014).

Aún existen otras actividades productivas relacionadas con la consecución de la harina como producto buscado. Los instrumentos relacionados con la preparación de la tierra, como las azadas o los palos cavadores, así como las azuelas y/o hachas usadas para desforestar previamente, son artefactos cuyas huellas son bien interpretables. Del mismo modo que el análisis de los rastros de uso y residuos localizados en los molinos de mano nos permite determinar el uso específico de esos instrumentos, así como discernirla especie vegetal procesada a partir de la identificación de los residuos, especialmente de fitolitos y almidones (Adams *et al.,* 2009; Fullagar, 1998; López, 2015).

Funcionalidad del sitio

Siguiendo modelos etnográficos de los Nunamiut, L. Binford (1978) planteó que muchos grupos de cazadores-recolectores se organizaban de forma tal que podían disponer de diferentes tipos de campamento. Haciendo hincapié especialmente en diferenciar entre los campamentos estables y los temporales. Aparte del uso de los instrumentos obtenidos con distintas 'tecnologías' (*curated technologies*, Binford, 1979), también las actividades productivas desarrolladas en los diferentes sitios pueden indicar su carácter funcional.

A modo de ejemplo, el investigador ruso V. E. Shchelinskij (1993) estudió diversos yacimientos al aire libre del Paleolítico Medio, tanto de la llanura rusa como de cuevas de la zona del Caúcaso. Tras realizar el análisis funcional llega a la conclusión de que en los yacimientos al aire libre de la llanura rusa las actividades productivas detectadas se relacionan más con actividades de carnicería y tratamiento de pieles frescas. Éstos sitios vendrían a ser como 'campamentos especializados de caza', mientras que los yacimientos en cueva del Caúcaso serían más bien 'campamentos base', ya que las actividades documentadas se relacionan más con la producción y mantenimiento, como el trabajo de madera y materias duras animales, trabajo de piel-cuero, etc.

Otro ejemplo de cómo interpretar las actividades productivas como una forma de aproximarse a la funcionalidad de los sitios lo encontramos en los trabajos realizados por J. J. Ibáñez y J. E. González (Ibáñez *et al.,* 1993; Ibáñez y González, 1996). El análisis traceológico lo aplicaron a dos yacimientos del País Vasco. En el sitio de Santa Catalina, durante el nivel Aziliense, se documentaron abundan-

tes elementos de proyectil para la caza, así como trabajos de carnicería y de piel fresca. Se trataría, pues, de un campamento de caza. En el caso de Santa Catalina, en el nivel Magdaleniense, se documentaron todas las fases de transformación de las diferentes materias con trabajos de pieles frescas y secas, madera, actividades de carnicería, etc. Los autores consideran este momento de ocupación como un asentamiento sin función definida, o bien es todo consecuencia de un palimpsesto (Ibáñez y González, 1996).

Sin embargo, en el yacimiento Mesolítico de Berniollo, que también fue estudiado por estos mismos autores, observan especialmente actividades de transformación más complejas, con una gran variabilidad de productos manufacturados con pieles secas, madera y huesos (Ibáñez y González, 1996).

Podríamos concluir este apartado diciendo que las actividades productivas desarrolladas en un sitio pueden servir para determinar el carácter de una ocupación humana (Vila y Argelés, 1986).

Organización social del espacio

Como ya hemos visto más arriba, tan solo con el análisis funcional basado en la traceología podemos determinar el uso real de los instrumentos de producción. Sin embargo, algo que interesa mucho a las personas dedicadas a la Arqueología y la Prehistoria, es ver cómo organizaban el espacio social para la práctica de las distintas actividades productivas. Conozcamos a continuación varios ejemplos que tratan este asunto.

En el sitio Mesolítico de Meer II en Bélgica, datado en 8.900 BP, y estudiado por D. Cahen y L. H. Keeley (1980), encontraron que había un área específica en la que todos los instrumentos de trabajo que se documentaron habían sido usados para trabajar materia dura animal —hueso—. Registraron todo tipo de actividad relacionada con la producción de bienes de consumo en hueso, así pues había instrumentos usados para serrar, raspar o raer, perforar y ranurar. Normalmente se suele pensar que los vestigios arqueológicos que documentamos como instrumentos no tuvieron que ser usados forzosamente en el espacio donde se recuperaron, ya que actividades de mantenimiento como la limpieza pueden desplazarlos a otros lugares. Sin embargo, en este caso resulta muy llamativo que todos los instrumentos estuvieran relacionados con el trabajo de hueso. Este hecho confirma que para esas sociedades del Mesolítico los bienes de consumo en hueso y otras materias duras de origen animal fueron muy importantes en el desarrollo tecnológico de las mismas, tal y como se ha documentado en otros sitios (Lozovski *et al.,* 2013).

La ubicación de los instrumentos de trabajo en el espacio resulta muy necesaria para poder determinar las actividades productivas desarrolladas con ellos. Así por ejemplo, la distribución espacial de instrumentos con formas y rastros de uso similares pudo ser relacionada con actividades distintas en el conocido yacimiento del Paleolítico Superior de Pincevent (Plisson, 1985). De este modo, cuchillos usados para carnicería se adscribieron unos al desmembramiento y distribución de

los cuerpos de animales. Estaban ubicados en la zona al aire libre entre las cabañas registradas en el yacimiento. Por su parte, las láminas con forma y huellas similares ubicadas en el espacio interior de las cabañas se relacionaron con la preparación y distribución del alimento dentro de esa unidad habitacional.

Otros ejemplos de la organización social del espacio los podemos encontrar en varios casos de los que hemos trabajado nosotros mismos. Así pues, la excavación del sitio de Túnel VII en Tierra del Fuego (Argentina) proporcionó diez momentos de ocupación en los cuales se pudo diferenciar en qué estación del año se habitó esa cabaña para cada uno de los momentos de ocupación documentados. Este sitio está relacionado con los *Yámana* o *yaganes*, cazadores-recolectores y pescadores de hace entre 150 y 200 años (Clemente, 1997; Estévez y Vila, 2006; Estévez y Clemente, 2013). En esta ocasión tratamos de analizar las interrelaciones espaciales y las densidades de los productos consumidos a través de las categorías obtenidas a partir de las huellas de uso y el análisis 'tecnológico' de los materiales líticos y óseos, así como del análisis de la explotación de los recursos faunísticos. La disposición a nivel espacial de los materiales en la cabaña de Túnel VII muestran una clara diferencia entre la parte externa e interna de la misma. En la parte central se sitúa el hogar en una pequeña cubeta, en la periferia de las 'paredes' de la choza se depositan los materiales, incluidos los restos malacológicos que conformarán un conchero. Entre la fauna, los restos de ave se consumieron y depositaron agrupados en el interior de la cabaña; mientras que los restos de cetáceo están en el exterior. Los leones marinos se descuartizaron en el exterior y fueron consumidos tanto en el interior como en el exterior de la cabaña. La producción lítica se llevó a cabo en dos áreas bien marcadas. Una en el interior de la cabaña y otra en el exterior, en la zona situada más al oeste de la excavación. Según los rastros de uso, en el exterior de la cabaña se realizaron actividades relacionadas con el trabajo de la madera y actividades de carnicería, que especialmente se podrían relacionar con los despojos de los leones marinos allí descuartizados[2]. Mientras que en áreas más confortables, caso del interior de la cabaña, realizarían actividades más meticulosas como podría ser la terminación de los productos bifaciales, tales como las puntas de arma (fig. 2). También hemos documentado, al menos en las dos últimas ocupaciones, que la mayoría de los trabajos relacionados con el hueso se realizaban también en el interior de la cabaña donde el fuego la convertía en una estancia con temperaturas más agradables (Clemente, 1997; Estévez y Clemente, 2013).

Otro caso que hemos comprobado con nuestra propia experiencia es el de la unidad habitacional n.º 4 de Kukra Hill, en la costa Atlántica de Nicaragua. Kukra Hill sería una aldea con una docena de estructuras habitacionales en las que se formó un conchero por los desechos allí acumulados. En la parte central de la aldea se halló un montículo de grandes dimensiones sin resto alguno malacológico. Este montículo, formado por tierra arcillosa y piedras de basalto, habría servido como soporte

2. Los Yámana transportaban en canoa los leones marinos arponeados y en tierra eran descuartizados, mientras que los guanacos que eran cazados en tierra se troceaban en el sitio donde fueran abatidos y se transportaban las piezas seleccionadas hasta el lugar de hábitat (Clemente, 1997).

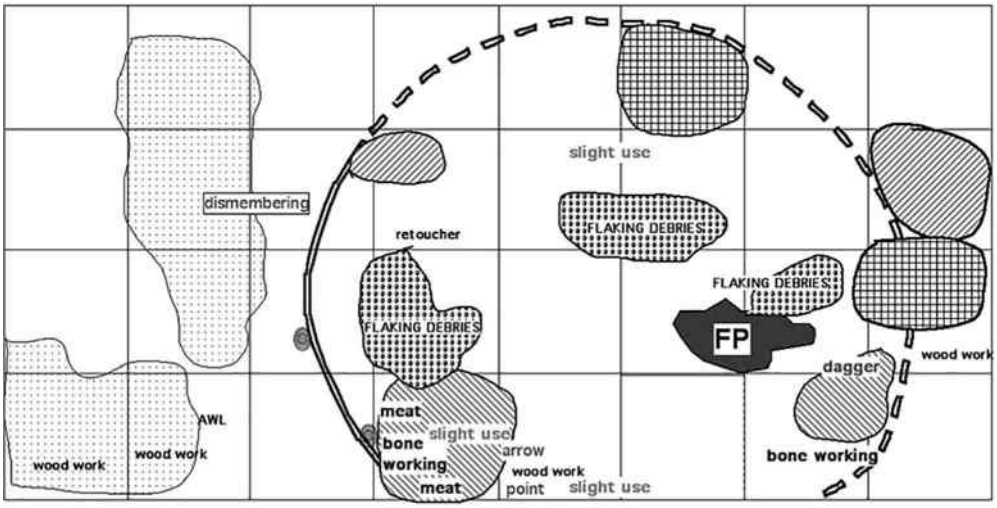


Fig. 2.—Distribución espacial de las actividades productivas en la primera ocupación de la cabaña *Yámana* de Túnel VII. Extraída de J. Estévez e I. Clemente (2013). Se diferencian claramente actividades relacionadas con el trabajo de madera y descuartizamiento de animales en el exterior de la choza y talla lítica, trabajo de carne y hueso en el interior al amparo del hogar (FP).

para levantar una construcción que probablemente tenía un carácter comunal. La ocupación del conchero n.º 4 de Karoline, al igual que otros dos más datados en el sitio (n.º 1 y n.º 5), dieron unas fechas que se distribuyen en torno al cambio de era (entre el 400 cal ANE y el 350 cal DNE). Dataciones que coinciden con el sitio del Cascal de Flor de Pino que se encuentra a unos 15 km al interior de la costa y que jugaría el papel de 'ciudad' como centro neurálgico de esa sociedad (Clemente *et al*., 2008a). Se analizaron todos los restos líticos recuperados en el último momento de ocupación del sitio (Clemente *et al.,* 2008b). Las actividades productivas documentadas más significativas estaban relacionadas con la propia producción lítica, con fragmentos de instrumentos de molienda, con el trabajo de la cerámica, con la perforación de materia mineral y animal y, cómo no, con el trabajo de la madera. Llamaba la atención que entre los instrumentos líticos no determinamos ninguno que fuera usado para el trabajo de la piel ni para actividades de carnicería. Luego, más tarde analizamos las conchas que mostraban posibilidades de uso y vimos que el trabajo de la piel se había desarrollado con valvas de *Cassidae* sp. y con un fragmento modificado de *Codiakaorbicularis* (Clemente y Gassiot, 2015). Ahora bien, seguimos sin identificar las actividades de carnicería ni trabajo de materias blandas animales con instrumentos líticos. Tal vez estas actividades productivas pudieron realizarse con cuchillos en hueso o en madera. Nos inclinamos más porque se tratase de madera dura y/o caña, ya que si fueran en hueso se habría podido recuperar alguno en el trascurso de la excavación.

Analizando las actividades productivas que se documentaron en esta unidad habitacional pudimos comprobar que éstas se desarrollaron tanto sobre la superficie

del conchero como sobre la tierra, situada más al sur, y que sería donde se asentaría la vivienda. En el conchero registramos actividades de preparación y cocinado de alimentos, pues todos los fogones se encuentran en esa zona de la excavación. Esos 'fogones', recortados en la superficie del conchero, podrían ser reavivados con facilidad y/o volver a encenderlos, ya que en esos sedimentos el agua se filtra muy fácilmente y quedan secos antes que las arcillas que tan abundantes son en esa región. El conchero también se usó como basurero, puesto que fragmentos de molinos, otros residuos líticos y fauna se desecharon en ese entorno. Los únicos instrumentos de trabajo documentados en el conchero, en los alrededores de los fogones, fueron los utilizados para trabajar madera. El resto de las actividades productivas se desarrollaron en las cercanías de la vivienda pero más bien en la parte central y sur de la excavación, fuera del conchero (fig. 3) (Clemente *et al.,* 2010, 2012 y 2013a).

Solución de problemas específicos

La traceología también se ha aplicado para buscar soluciones concretas a problemáticas específicas que se van planteando a lo largo de la investigación. Por ejemplo, S. A. Semenov (1957, 1964, 1981), ya en sus primeros trabajos, demostró que no se pueden hacer analogías directas y decir que determinados tipos de instrumento se utilizaron siempre para lo mismo, ya que formas similares se usaron en actividades distintas y, a la inversa, formas diferentes pudieron ser usadas para un mismo trabajo.

En nuestro caso, nos hemos encontrado con varios dilemas en el estudio de determinados instrumentos óseos utilizados en los niveles mesolíticos y neolíticos del sitio Zamostje 2, en la llanura rusa (Lozovski *et al.,* 2013). En los trabajos iniciales que hicimos en este yacimiento analizamos dos instrumentos de trabajo que presentaban una determinada problemática. Por una parte, los útiles en mandíbulas de castor (Clemente y Lozovskaya, 2011), la mayoría de los cuales presentan una perforación en la zona donde termina el canal óseo y que protege el incisivo. Esta perforación, realizada con diversas técnicas, se considera que existía para poder ser suspendida del cuello de las personas con algún tipo de cordaje, a modo de collar. De hecho se planteaba incluso la existencia de algún mito en relación con los castores. Sin embargo, a partir de la réplica y uso experimental de esos instrumentos pudimos comprobar que esa perforación sirvió para colocar alguna ramita de madera que funcionara a modo de freno del incisivo del castor. Al tener ese 'freno' se evitan movimientos del incisivo en el interior del canal óseo, de forma que también se le protege de probables fracturas y, a la vez, es posible ejercer mucha más fuerza y presión a la hora de trabajar la madera con esos instrumentos. Resultó pues que esas perforaciones no tenían significado decorativo ni ideológico, sino que tenían una misión funcional. Fue un instrumento muy utilizado según el alto grado de desarrollo de los rastros de uso y por la cantidad de ellos recuperados, con una cifra de alrededor de mil ejemplares entre las ocupaciones mesolíticas y neolíticas de Zamostje 2 (fig. 4).

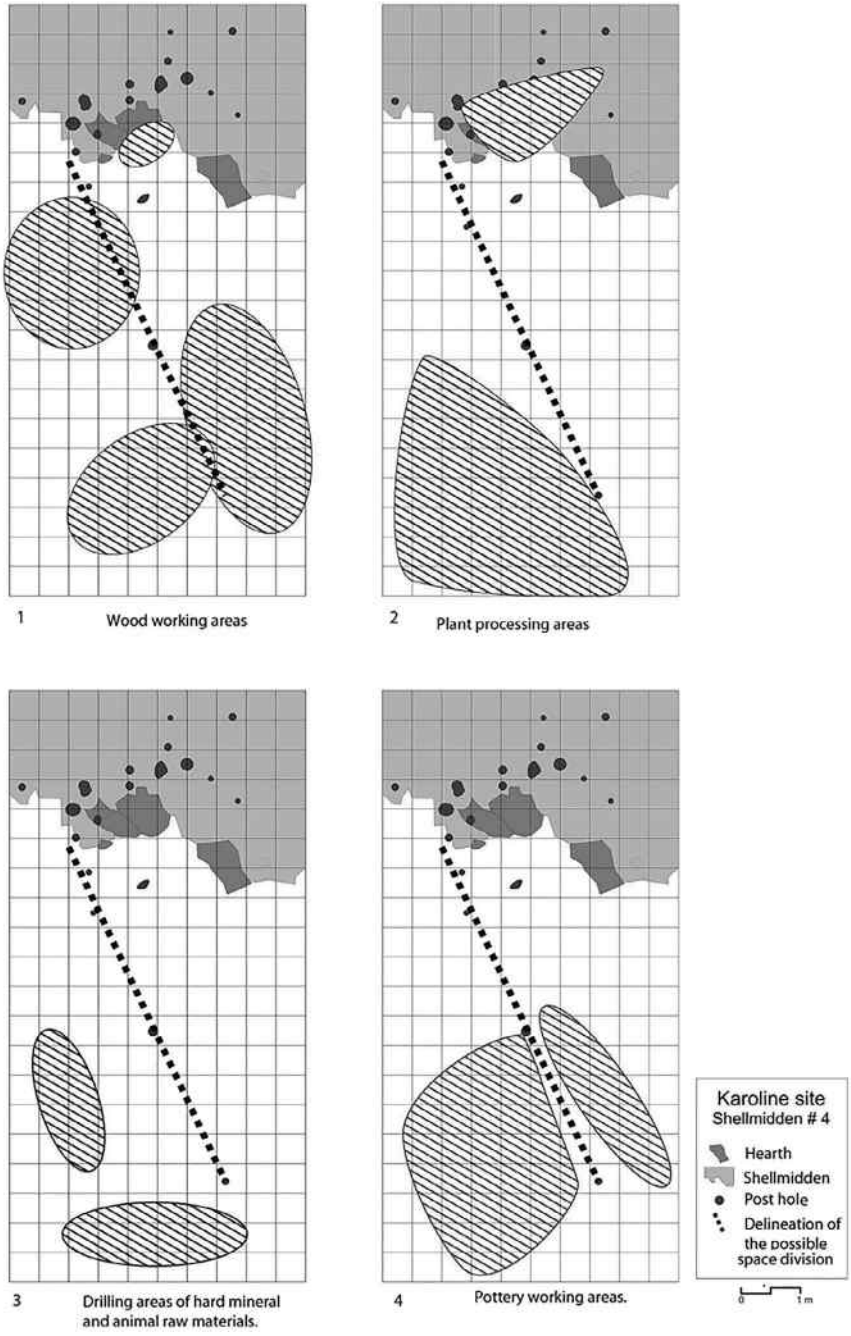


Fig. 3.—Plano de la última ocupación del sitio Karoline 4 (Kukra-Hill, Costa Atlántica, Nicaragua). En la zona norte de la excavación se indica en tono más oscuro el conchero de *Donax*. Las figuras representan áreas de actividad del trabajo de madera (1), molienda de vegetales (2), perforación de materias duras: roca, concha y hueso (3) y trabajo de cerámica (4).

Fig. 4.—Ejemplos de los instrumentos en mandíbulas de castor de Zamostje 2 (Rusia). El incisivo es la parte activa del instrumento mientras que la parte ósea sirve para su prensión. Obsérvese la presencia de perforaciones en la mayoría de ellas.

En este mismo yacimiento se recuperaron también numerosos útiles en costillas de alce (*Alces alces*). Eran de dos tipos diferentes. Uno de ellos presentaba huellas de raspado con sílex para practicar la limpieza de la superficie ósea y un ligero aguzado de uno de los laterales. El otro tipo requería una mayor inversión de trabajo para su manufactura, ya que la costilla se desgasta por uno de los laterales para conseguir una zona apuntada con sendos biseles a cada lado. Sin embargo, por comparación etnográfica con pobladores actuales de Siberia, los investigadores del sitio consideraron que todos esos instrumentos, tanto los apuntados como los no apuntados, habían sido usados para descamar y limpiar pescado. Cuando realizamos el análisis funcional de esas superficies pudimos comprobar que presentaban huellas de trabajo diferentes, por lo que intervinieron en procesos productivos distintos.

Realizamos experimentaciones concretas para describir las huellas de uso. Pudimos replicar los rastros observados en las costillas sin modificaciones. Éstas coincidían con aquellos instrumentos usados para descamar y limpiar pescado. Mientras que las costillas apuntadas presentaban huellas similares a los utensilios empleados para trabajar materias blandas animales, tipo piel y/o carne. La mayoría de estos útiles estaban fracturados y pudimos incluso realizar tres remontajes de los mismos. Les atribuimos una función relacionada con el descuartizamiento de animales y planteamos la hipótesis de que esas fracturas respondían a malos gestos realizados con el instrumento mientras este se encontraba entre las articulaciones óseas (Clemente *et al.*, 2002; Clemente y Gyria, 2003; Clemente *et al.,* 2013b).

Otro caso en el que el análisis funcional ha contribuido a reconocer artefactos e instrumentos de trabajo, es el que se ha aplicado a materiales provenientes de niveles del Pleistoceno de la Sierra de Capivara (Piaui, Brasil). Sitios tan conocidos como Boqueirão da Pedra Forada, que aún hoy en día siguen sin ser reconocidos mayoritariamente por el mundo académico norteamericano como antrópicos, y que de ser ciertas como parecen las nuevas dataciones conseguidas (Boëda *et al*., 2014), esos niveles del Pleistoceno nos permitirían retrasar el inicio del poblamiento americano en unos cuantos miles de años, son sobre los que hemos trabajado. Los análisis tecnomorfológicos y funcionales aplicados, reconocen la manufactura antrópica y el uso de esos utensilios (Boëda *et al.,* 2014; Clemente y Boëda, 2015). Es más, en ellos no solo hemos reconocido los rastros de uso sobre esa materia prima (Clemente *et al.*, 2014), sino que también se han documentado macro y microestigmas atribuidos a algún sistema de enmangue (Clemente *et al*., 2015). Resulta pues un claro ejemplo de cómo la experimentación a nivel de los estudios técnicos y de traceología han contribuido, en esta ocasión, a demostrar que se trata de auténticos instrumentos de trabajo y no son geofactos como plantean algunos/as investigadores/as (fig. 5).

Respecto a los casos de enmangue de las piezas líticas no es el único trabajo en el que hemos definido las huellas relacionadas con ese hecho. Ya las habíamos documentado en materiales de distintas cronologías, desde el Paleolítico Medio del Abrigo de Benzú (Ceuta), con dataciones de más de 180.000 años (Clemente, 2013; Ramos *et al.,* 2015). En esta ocasión extracciones de adelgazamiento y microrrastros de contacto con madera en las aristas de esas extracciones confirmaban el uso de enmangue. Mientras que en otras ocasiones, como es el caso de las hoces utilizadas para cortar cereales, la distribución del micropulido también nos indicaba si estaban insertas en un mango recto o en un mango curvo. Además, en algunos casos, se puede observar la presencia de la almáciga utilizada para su enganche (Clemente y García, 2008; Ibáñez *et al.,* 2008).

La experimentación es un método que se aplica constantemente en Arqueología. Ya hemos visto que en el caso de la traceología es fundamental y cada vez que nos encontramos con alguna novedad, siempre se recurre a ella para intentar encontrar las explicaciones oportunas. Este sería el caso, por ejemplo, del estudio de las huellas de transporte (Mazzucco y Clemente, 2013). Con dicha experimentación pudimos observar cuáles eran las alteraciones de los filos y superficies de los sílex provocadas por formas distintas de transporte en bolsas de cuero; pudiéndose observar cómo éstas afectaban a los rastros de uso de los instrumentos en sílex. Este trabajo nos ayudó a comprender el aspecto de muchos de los instrumentos documentados en los yacimientos del Neolítico Antiguo y Medio en la zona del pre y Pirineo Central (Mazzucco, 2014).

Por no extendernos mucho más en este apartado, presentamos unos últimos ejemplos (aunque podrían ser muchos más), de la aplicación del análisis funcional en este mismo contexto de neolitización en alta montaña del Pirineo Central. En el sitio de Coro Trasito (Clemente *et al*., 2014a) se recuperaron durante la excavación de los sondeos de 2011 y 2012 cuatro pequeñas conchas, dos de ellas son de *Glycymeris violascens* (una de ellas perforada), una tercera que también tiene una perforación

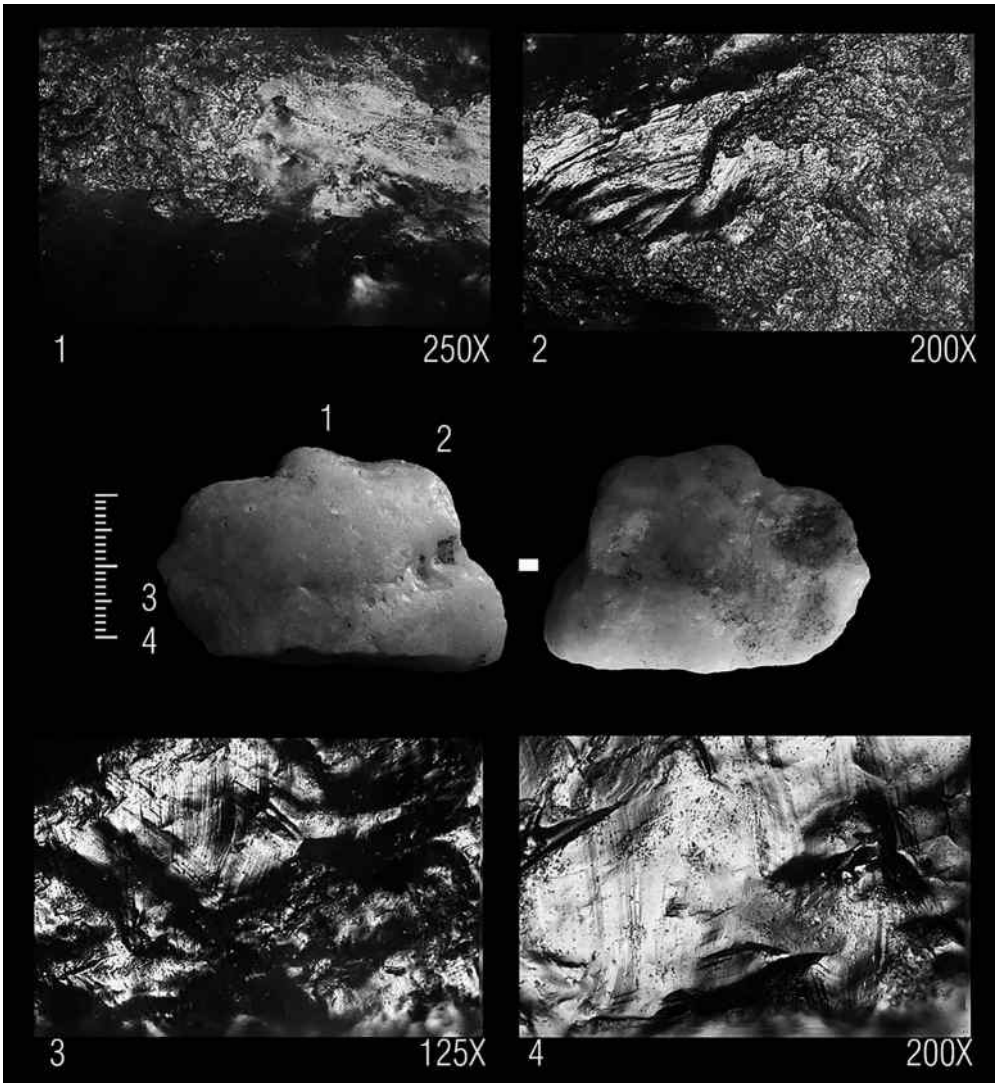


Fig. 5.—Instrumento sobre lasca de cuarzo de Vale da Pedra Forada (Piauí, Brasil). Las fotos 1 y 2 muestran las huellas atribuidas a carnicería en el filo activo y las fotos 3 y 4 micro-rastros atribuidos al enmangue.

en el umbo es una *Glycymeris glycymeris*. La cuarta concha no ha podido ser determinada. El análisis de estas pequeñas conchas mostró que todas presentaban rastros de uso de haber trabajado cerámica y que, por su tamaño, podrían haber sido muy efectivas para realizar la unión de las asas, apliques y bordes (fig. 6). Las dos que presentan perforación habían servido, además, como elemento de adorno formando parte de algún collar. En cierta manera también era una forma de guardarlas para

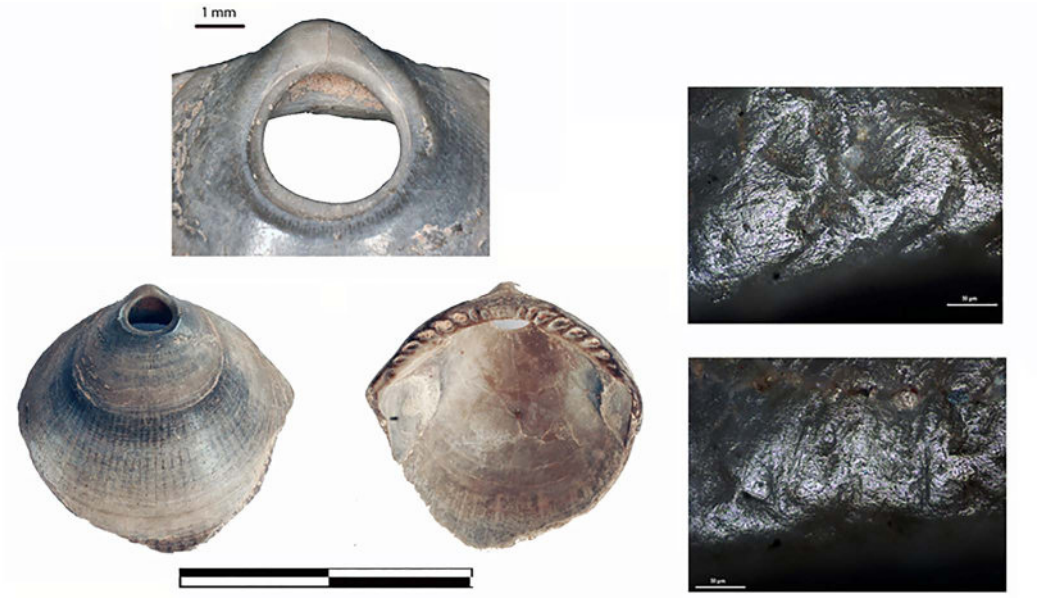


Fig. 6.—Concha perforada y con rastros de uso atribuidos al trabajo de cerámica. Sitio Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca) con dataciones del Neolítico Antiguo.

que no se pierdan esos pequeños instrumentos de trabajo (Clemente y Cuenca, 2015; Cuenca *et al*., 2011, Cuenca *et al*., 2014).

Y, por último, podemos ver cómo el análisis funcional nos permite observar que determinados instrumentos han podido intervenir en diversos procesos de producción. Así pues, en el sondeo practicado en Coro Trasito en 2011 (Clemente *et al*., 2014a), entre los instrumentos de sílex queremos destacar una lámina de sílex proveniente de la cuenca del Ebro que inicialmente fue usada por uno de sus filos a modo de hoz para cortar cereales; luego se aplicó el filo contrario en actividades de carnicería y, finalmente, se retocaron ambos filos para transformar el instrumento en un perforador que sirvió para horadar cerámica seca (fig. 7). Queda pues patente que solamente gracias a la aplicación del método traceológico podemos identificar los rastros de uso e identificar una polifuncionalidad de los instrumentos de trabajo.

Ampliando la perspectiva al territorio y a la interrelación entre grupos sociales

Igualmente se han desarrollado análisis que se refieren a categorías más generales que las de sitio o asentamiento, en particular en relación con contextos neolíticos. Se puede citar el estudio de Mazzucco y Gibaja (2016) sobre el Neolítico Antiguo del noreste de la Península Ibérica, donde los autores se basan en el análisis traceológico de distintos yacimientos de ese período, junto con datos arqueozoológicos,

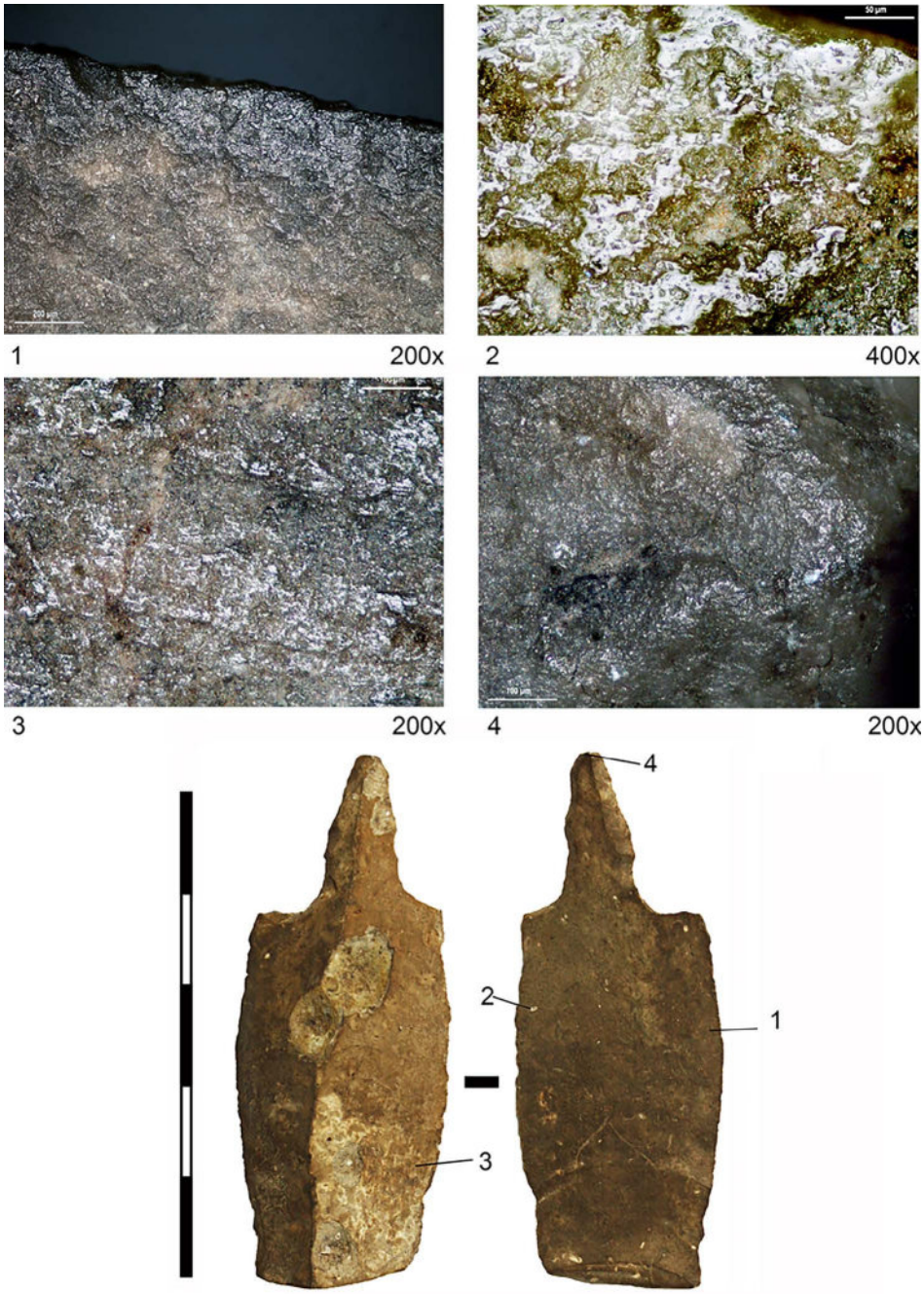


Fig. 7.—"Vida de un instrumento", sitio Neolítico de Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca). Lámina de sílex con tres actividades productivas diferentes. Primero se usó como hoz (filo derecho, foto 2), después como cuchillo para carnicería (filo izquierdo, foto 1), para terminar por convertirse en perforador usado para perforar cerámica.

arqueobotánicos, paleoambientales y los resultantes de la tecnología lítica, para proponer un modelo de organización económica y territorial. A una escala más amplia, la relativa a las redes de difusión de las producciones líticas, la traceología aporta una información preciosa sobre la gestión de las producciones líticas según la posición de los sitios en dichas redes. Constituyen ejemplos de esta aproximación, los trabajos sobre la distribución de los sílex "bédouliens" de Vaucluse (Torchy, Gassin, 2011; Gibaja y Gassin, 2014) o sobre la de las producciones líticas de Grand Pressigny (Plisson y Beugnier, 2007; Beugnier y Plisson, 2006; Linton, 2009, 2014). En fin, la traceología puede también aportar elementos de debate esenciales para la comprensión de procesos históricos como el de la neolitización (Ibáñez *et al*., 2015; Ibáñez *et al*., 2017; Starnini *et al*., 2017).

División social del trabajo

Finalmente queremos aportar un ejemplo más de para qué puede servir la traceología y qué es lo que nos aporta para el conocimiento de esas sociedades del pasado. Se trata de ver cómo pudo ser la división social del trabajo tras la aplicación del análisis macro y microscópico de los rastros de uso en los instrumentos recuperados en los enterramientos de diversas necrópolis del Neolítico Medio del NE peninsular. Este trabajo se inició en la primera mitad de los años 90, en lo que entonces se constituyó como Laboratorio de Arqueología de la IMF-CSIC, considerando que los instrumentos de producción recuperados en los enterramientos podrían estar relacionados con la vida de la persona inhumada. Aunque la primera pregunta que entonces nos planteábamos era saber si aquellos objetos depositados como ajuar en las tumbas habían sido utilizados previamente o fueron confeccionados con el único propósito de depositarlos junto al cadáver (Gibaja y Clemente, 1996; Gibaja *et al.,* 1997). Una vez iniciada las analíticas enseguida registramos que en algunas tumbas existían piezas que habían sido confeccionadas para ser depositadas como ajuar, como es el caso de la tumba B8 de la Bóbila Madurell que tenía ocho laminillas recién talladas y sin uso, mientras que otros artefactos presentaban huellas de haberse usado como instrumentos de trabajo.

Como muchos de los enterramientos eran individuales y se pudo identificar el sexo y/o edad de la persona inhumada, se planteó analizar si había alguna correspondencia entre las personas enterradas y las actividades productivas documentadas en las superficies de los instrumentos y objetos analizados. La continuidad de este trabajo se culminó en una primera fase con la presentación en la Universidad Autónoma de Barcelona de la tesina de licenciatura de J. F. Gibaja, más tarde ampliando los datos en su tesis doctoral (Gibaja, 2003) y el desarrollo en la actualidad de Proyectos de Investigación I+D de más necrópolis con diversas cronologías y en los que se está haciendo hincapié en diversos estudios bioantropológicos, así como en dataciones C14.

Inicialmente se aplicó el análisis traceológico a dos necrópolis del IV milenio ANE y ambas se encuentran en la zona del Vallés en la provincia de Barcelona. La

Bóbila Madurell (Sant Quirce del Vallés, Barcelona) que se encuentra en la llanura y con ricas tierras para practicar la agricultura y Camí de Can Grau (La Roca del Vallés, Barcelona) que se sitúa algo más cerca de la Sierra.

Los datos de la analítica aplicada a esos enterramientos fue de sumo interés ya que valorando tanto la diversidad de objetos depositados en las tumbas, como los resultados del análisis traceológico para reconocer las actividades y procesos productivos llevados a cabo con el sílex tallado, también nos permitieron plantear hipótesis sobre la organización social de esos grupos agricultores del IV milenio ANE.

Al analizar los objetos recuperados en los enterramientos de Bóbila Madurell y Camí de Can Grau, se pudo observar que a nivel de cantidad y diversidad del ajuar documentado existen claras diferencias entre ambos conjuntos. Así por ejemplo, y a nivel general, Bóbila Madurell podría caracterizarse por la asociación de los hombres con abundante material y objetos poco comunes al resto de la población enterrada: núcleos de sílex melado, hachas pulimentadas y cuentas de calaíta. Las tumbas de las mujeres, sin embargo, estarían relacionadas con instrumentos en hueso y restos malacológicos. En Camí de Can Grau las asociaciones no fueron tan sólidas porque muchos de los objetos representativos, en este caso de los hombres, como los núcleos o las hachas/azuelas, están ausentes en los ajuares de los individuos.

En cuanto al uso de los instrumentos de trabajo, en ambas necrópolis se observa que los hombres se asocian con proyectiles y los instrumentos para descarnar. Por su parte, los enterramientos de mujeres están asociados a los instrumentos usados para trabajar la piel. Los útiles empleados para cortar plantas no leñosas (cereales), tanto los usados en la cosecha como los empleados probablemente para separar la espiga de la caña de la planta (Clemente y Gibaja, 1998), están relacionados tanto con hombres como con mujeres y niños y/o niñas. Los infantiles en ocasiones también tienen proyectiles en sus enterramientos al igual que instrumentos utilizados para trabajar la piel.

Así pues, a modo de conclusión sobre la división social del trabajo (fig. 8), podemos decir que:

1) Las actividades productivas relacionadas con la agricultura (siega y "trilla") se atribuyen a todo el grupo, sin diferenciación de sexo ni edad (trabajan tanto hombres y mujeres como infantiles).
2) Los infantes parece que realizan las mismas tareas que las mujeres, reflejándose sobre todo la agricultura y el trabajo de pieles. (Hay enterramientos infantiles con puntas, lo que hace pensar que pudiera ser un infantil masculino).
3) Los hombres (adultos y maduros) trabajan en la agricultura, la caza y/o la ganadería, y además son los que tienen también los cuchillos que han cortado carne.
4) Los masculinos maduros además están claramente relacionados con la combinación de proyectiles, artefactos pulimentados y núcleos; es decir que podrían ejercer un control sobre los medios de producción lítica.

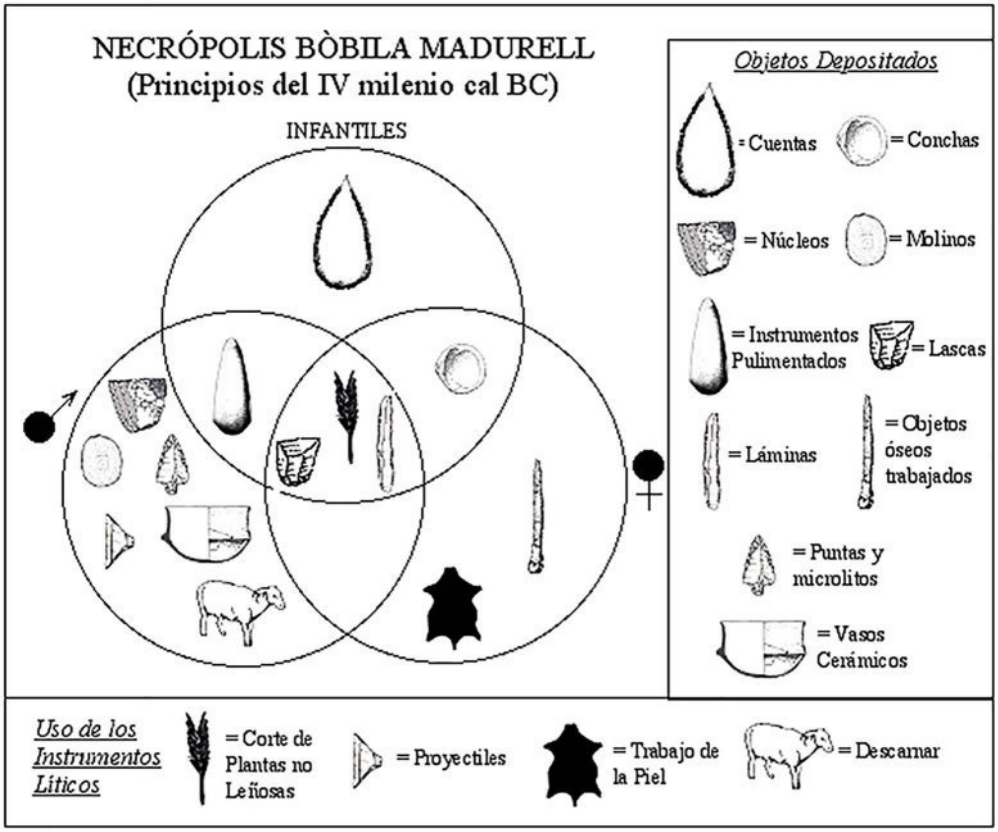


Fig. 8.—Sitio Bóbila Madurell (Sant Quirce del Vallés, Barcelona). Relación entre objetos, actividades productivas y sexo/edad de las personas inhumadas (Gibaja, 2003).

DISCUSIÓN/CONCLUSIÓN

La intención principal de este trabajo ha sido plantear las posibilidades reales que tiene la traceología o análisis funcional de los instrumentos de trabajo prehistóricos. Rechazamos la idea de que los datos obtenidos a través de este método analítico sirvan tan solo para ofrecer un anexo más en los diferentes trabajos que se vienen desarrollando en la arqueología. Un anexo donde únicamente figuren aspectos tales como la materia trabajada y la acción o actividad realizada con el instrumento. Esto lo podríamos obtener incluso sin aplicar ninguna analítica, pues que en la prehistoria se trabajó la madera es una evidencia ante los restos encontrados desde sitios de cazadores recolectores (Carbonell y Castro, 1992; Thieme, 1997) hasta yacimientos de grupos productores como los de pescado en niveles Mesolíticos y Neolíticos en Zamostje 2, en la llanura rusa (Lozovski *et al*., 2013) o agrícola-ganaderos como el sitio del Neolítico Antiguo de la Draga en el nordeste

de la Península Ibérica (Bosch *et al.,* 2011; Piqué *et al.,* 2013), donde la conservación de la materia orgánica vegetal es excepcional. Lo mismo podemos decir de las actividades de carnicería que podríamos identificarlas estudiando los restos de fauna recuperados en los yacimientos. Sin embargo, la aplicación del análisis traceológico nos permite además analizar determinadas características de los instrumentos como: el perfil del filo activo, su ángulo, el ángulo de trabajo, la relación del retoque para un uso determinado en tanto que es la zona activa o para facilitar su enmangue, etc. Del mismo modo que podemos determinar cómo han ido variando las formas de trabajar las distintas materias, de forma que combinando todos los datos podemos adentrarnos en el conocimiento del grado de desarrollo tecnológico alcanzado por las diferentes sociedades del pasado. De esta forma vemos cómo este grado de desarrollo tecnológico permite, por ejemplo, el que esos grupos pudieran vivir en determinadas condiciones climáticas o a diferentes altitudes geográficas.

Estos fueron los motivos principales para que este tipo de analítica surgiera de un contexto teórico del materialismo histórico, ya que su aplicación resulta básica para poder describir todas estas cuestiones de índole social que acabamos de anotar más arriba. Se trata pues, de realizar analíticas que nos permitan valorar el grado de desarrollo tecnológico de los grupos prehistóricos. Que podamos caracterizar los instrumentos de trabajo, que seamos capaces de describir no sólo el cómo se manufacturan en cada contexto tecnológico, sino también el cómo se utilizaron, qué es lo que trabajaron con cada tipo de instrumento. Realizando correctamente las analíticas podemos intentar también describir si existió o no una organización social del espacio para llevar a cabo las distintas actividades productivas y cuál fue el carácter o funcionalidad de cada sitio estudiado. También resulta de sumo interés el observar si existió una selección de la materia prima según para qué fuera a ser utilizado el instrumento. Hecho que sí pudimos identificar en algunas de las ocupaciones de los sitios Túnel VII y Lanashuaia en Tierra del Fuego, donde aquellas comunidades de Yámanas preferían usar las materias primas de grano más fino para el trabajo de pieles y otras materias blandas de origen animal, por ejemplo (Clemente y Terradas, 1993, 2009).

Tras todo lo expuesto hasta el momento, podemos concluir este trabajo resaltando una vez más la importancia de aplicar el método traceológico para determinar la función de los instrumentos de trabajo si es que queremos aportar datos imprescindibles para el conocimiento de las sociedades prehistóricas. El análisis debe aplicarse a todos los restos arqueológicos de forma que nos permita caracterizar tanto los instrumentos elaborados en las diferentes rocas como los elaborados con cualquier otra materia prima como; hueso, cuerna/asta, dientes, conchas, etc. Tan solo así podremos obtener datos relacionados con la gestión (manufactura, uso y abandono) que nos permitan caracterizar a los instrumentos de producción y de esta forma poder valorar el grado de desarrollo tecnológico de los distintos grupos humanos a lo largo de toda la prehistoria.

AGRADECIMIENTOS

A Assumpció Vila y J. F. Gibaja por sus comentarios y correcciones que han servido para mejorar y hacer más comprensible el texto que aquí se presenta. Igualmente a los revisores anónimos que han ayudado a completar este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, J., DELGADO, S., DUBREUIL, L., HAMON, C., PLISSON, H. y RISCH, R. (2009): "Functional Analysis of Macro-lithic Artefacts: a focus on working surfaces", *Non Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions* (Sternke, F., Engeland, L. y Costa L. J. eds.), British Archaeological Reports. International Series 1939, Oxford, pp. 43-66.

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

BINFORD, L. R. (1979): "Organization and formation processes: looking at curated technologies", *Anthropological Research* 35:3, pp. 255-273.

BOËDA, E., CLEMENTE CONTE, I., FONTUGNE, M., LAHAYE, C., PINO, M., FELICE, G. D., GUIDON, N., HOELTZ, S., LOURDEAU, A., PAGLI, M., PESSIS, A. M., VIANA, S., DA COSTA, A. y DOUVILLE, E. (2014): "A new late Pleistocene archaeological sequence in South America: the Vale da Pedra Furada (Piauí, Brazil)", *Antiquity* 88, pp. 927-941.

BOSCH, A., CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. (Coords.) (2011): *El poblat lacustre del neolíticantic de La Draga. Excavacions 2000-2005*, Monografies del CASC 9, Museu d'Arqueologia de Catalunya y Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, Girona.

BRIZ, I., CLEMENTE, I., PIJOAN, J., TERRADAS, X. y VILA, A. (2002): "Contextos etnoarqueològics i l'estudi de conjunts lítics", *Cota Zero* 17, pp.12-20.

BRIZ, I., CLEMENTE, I., PIJOAN, J., TERRADAS, X. y VILA, A. (2005): "Stone Tools in Ethnoarchaeological Contexts: Theorethical-Methodological inferences", *Lithic Toolkits in Ethnoarchaeological Contexts* (Terradas, X. ed.). Acts of the XIVth UISPP Congress, British Archaeological Reports. Internacional Series 1370, Oxford, pp. 1-7.

CAHEN, D. y KEELEY, L.H. (1980): "Not less than two, not more than tree", *World Archaeology* 12:2, pp. 166-180.

CARBONELL, E. y CASTRO CUREL, Z. (1992): "Paleolithic Wooden Artefacts from the Abric Romani (Capellades, Barcelona, Spain)", *Journal of Archaeological Science* 19, pp. 707-719.

CLEMENTE CONTE, I. (1997): *Los instrumentos líticos de Túnel VII: una aproximación etnoarqueológica*, Treballs d'Etnoarqueologia 2, CSIC, Madrid.

CLEMENTE CONTE, I. (2013): "Análisis funcional de los restos líticos del Abrigo de Benzú a lo largo de 180.000 años de ocupación: una aproximación a las actividades productivas a partir de un sondeo secuencial", *El Abrigo y la Cueva de Benzú. Memoria de los trabajos arqueológicos de una década en Ceuta (2002-2012)* (Ramos Muñoz, J., Bernal Casasola, D., Vijande Vila, E. y Cantillo Duarte, J. J., eds.), Ciudad Autónoma de Ceuta y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz, pp. 438-454.

CLEMENTE CONTE, I. y BOËDA, E. (2015): "Technological and use-wear analysis of Quartz tools applied to materials at Pleistocene sites in Serra da Capivara (Piaui, Brazil)", *Methods for the Study of Stone Artifacts*, Russian Foundation for Basic Research. Russian Academy of Sciences. Institute for the Material Culture History, St. Petersburg, pp. 144-148.

CLEMENTE CONTE, I., BOËDA, E. y FARIAS-GLUCHY, M. (2015): "Macro- and micro-traces of hafting on quartz tools from Pleistocene sites in the Sierra de Capivara in Piaui (Brazil)", *Quaternary International* XXX, pp. 1-5.

CLEMENTE CONTE, I. y CUENCA SOLANA, D. (2015): "Rol de los instrumentos de trabajo en conchas de moluscos en las estrategias económicas de los grupos humanos prehistóricos", *Traces in the History. Dedicated to 75 anniversary of Viacheslav E. Shchelinsky* (Lozovskaya, O. V., Lozovski, V. M. y Gyria, E. Y., eds.), Russian Academy of Science.

Institute for the History of Material Culture, St. Petersburg, pp. 133-150.

CLEMENTE CONTE, I. y GARCÍA DÍAZ, V. (2008): "Yacimientos arqueológicos de la Bahía de Cádiz. Aplicación del análisis funcional a los instrumentos de trabajo líticos del Embarcadero del río Palmones, La mesa y La Esparragosa", *La ocupación prehistórica de la campiña litoral y banda atlántica de Cádiz. Aproximación al estudio de las sociedades cazadoras-recolectoras, tribales comunitarias y clasistas iniciales* (Ramos, J., coord.), Arqueología. Monografías, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 185-198.

CLEMENTE CONTE, I. y GASSIOT BALLBE, E. (2015): "No sólo para comer. Análisis de los taxones minoritarios del conchero nº 4 de Karoline (Costa Atlántica, Nicaragua)", *La Investigación Arqueomalacológica en la Península Ibérica: Nuevas Aportaciones* (Gutiérrez Zugasti, I., Cuenca Solana, D. y González Morales, M. R., eds.), Actas de la IV Reunión de Arqueomalacología de la Península Ibérica, Nadir Ediciones, Santander, pp. 151-161.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y GARCÍA DÍAZ, V. (2008a): "Población pre-colombina en el sur de la costa Atlántica de Nicaragua en el cambio de era", Publicación on-line del Instituto de Patrimonio Histórico Español, Ministerio de Cultura, pp. 117-123. http://hdl.handle.net/10261/49486

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y GARCÍA DÍAZ, V. (2010): "Distribución espacial de estructuras y actividades productivas en el conchero nº 4 de Karoline (KH4), Kukra Hill RASS, Nicaragua", *The Diversity of Caribbean Archaeology,* XXII Conference of The International Association for Caribbean Archaeology (IACA), The Jamaica National Heritage Trust, Kingston, pp. 660-675.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y GARCIA DÍAZ, V. (2012): "Actividades productivas y "espacios domésticos" en el poblado prehistórico de Karoline (Costa Atlántica, Nicaragua)", *Arqueologías de la vida cotidiana: espacios domésticos y áreas de actividad en el México Antiguo y otras zonas culturales* (Acosta Ochoa, G., ed.), VII Congreso Pere Bosch Gimpera, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, México, pp. 551-571.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y GARCIA DÍAZ, V. (2013a): "Prehistoric Shell Middens on the Caribbean Coast of Nicaragua: Food Production, Structures and Site Formation", *Shell Energy. Mollusc Shells as Coastal resources* (Bailey, G. N., Hardy, K. y Camara, A. eds.), Oxbow Books, Oxford and Oakville, pp. 69-82.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y REY LANASPA, J. (Eds.) (2014a): *Sobrarbe antes de Sobrarbe: pinceladas de historia de los Pirineos*, Centro de Estudios de Sobrarbe, Huesca.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALLBÈ, E. y TERRADAS BATLLE, X. (2008b): "Manufacture and use of stone tools in the Caribbean Coast of Nicaragua. The analysis of the last phase of the shell midden KH-4 at Karoline (250-350 cal AD)", "*Prehistoric Technology" 40 years later: functional studies and the Russian Legacy* (Longo, L. y Skakun, N. eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 285-293.

CLEMENTE CONTE, I. y GIBAJA, J. F. (1998): "Working processes on cereals: an approach though microwear analysis", *Journal of Archaeological Science* 25, pp. 457- 468.

CLEMENTE CONTE, I. y GYRIA, E. Y. (2003): "Анализ орудий из ребер лося со стоянки Замостье 2 (7 слой, раскопки 1996-97 гг.)" [Análisis de los instrumentos en costillas de alce del sitio Zamostje 2 (Nivel 7, excavaciones de los años 1996-97)], Археологические Вести 10 [*Archaeological News* 10], pp. 47-59.

CLEMENTE CONTE, I., GYRIA, E. Y., LOZOVSKAYA, O. V. y LOZOVSKI, V. M. (2002): "Análisis de instrumentos en costilla de alce, mandíbulas de castor y caparazón de tortuga de Zamostje 2 (Rusia)", *Análisis Funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (Clemente, I., Gibaja, J. F. y Risch, R., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 187-196.

CLEMENTE CONTE, I., LAZUÉN FERNÁNDEZ, T., ASTRUC, L. y RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. (2014c): "Use-wear analysis of non flint raw materials: The cases of quartz/quartzite and obsidian", *Use-Wear and residue analysis in archaeology. Manuals in archaeological methods, theory and technique* (Marreiros, J., Gibaja Bao, J. y Bicho, N. eds.), Springer, New York, pp. 59-82.

CLEMENTE CONTE, I. y LOZOVSKAYA, O. V. (2011): "Los incisivos de castor utilizados como instrumentos de trabajo. Rastros de uso experimentales para una aplicación ar-

queológica: el caso de Zamostje 2 (Rusia)", *La investigación experimental aplicada a la arqueología* (Morgado, A., Baena, J. y García González, D., eds.), Universidad de Granada, Universidad Autónoma de Madrid y Asociación Española de Arqueología Experimental, Ronda, pp. 227-234.

CLEMENTE CONTE, I., MAIGROT, Y., GYRIA, E. Y., LOZOVSKAYA, O. V. y LOZOVSKI, V. M. (2013b): "Aperos para pesca e instrumentos para procesar pescado en Zamostje 2 (Rusia): una experimentación para reconocer los rastros de uso, *Experimentación en Arqueología* (Palomo, A., Piqué, R. y Terradas, X., eds.), Estudio y difusión del pasado, Sèrie Monogràfica del MAC 25:1, Girona, pp. 63-71.

CLEMENTE CONTE, I., MAZZUCCO, N. y SOARES, J. (2014b): "Instrumentos para siega y procesado de plantas desde el Calcolítico al Bronce antiguo de Chibanes (Palmela, Portugal)", *Trabajos de Prehistoria* 71:2, pp. 330-342.

CLEMENTE CONTE, I. y TERRADAS BATLLE, X. (1993): "Matières premières et fonctions: l'exemple de l'outillage lithique des Yamanas (Terre de Feu)", *Traces et Fonctions: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 513-521.

CLEMENTE CONTE, I. y TERRADAS BATLLE, X. (2009): Igneous and metamorphic rocks exploitation by the last aboriginal from Fuegian Channels, *Recent functional studies on non flint stone tools: methodological improvements and archaeological inferences. 23 - 25 May* (Araujo Igreja, M. de y Clemente Conte, I., coords.), Fundação para a Ciencia e Tecnologia e IGESPAR, Lisboa, pp. 65-87.

CUENCA SOLANA, D., CLEMENTE CONTE, I., OLIVA POVEDA, M. y GUTIÉRREZ ZUGASTI, I. (2014): "Estudio de la manufactura y/o uso de instrumentos de trabajo y elementos de adorno de concha desde la metodología del análisis funcional", *Archaeofauna* 23, pp. 9-24.

CUENCA, D., GUTIÉRREZ ZUGASTI, I. y CLEMENTE CONTE, I. (2011): "The use of mollusks as tools by coastal human groups: contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and early Neolithic contexts in Northern Spain", *Journal of Anthropological Research* 67:1, pp. 77-102.

ESTÉVEZ ESCALERA, J. y VILA MITJÀ, A. (2006): "Variability in the lithic and faunal record through 10 reoccupations of a XIX century Yamana Hut", *Journal of Anthropological Archaeology* 25, pp. 408-423.

ESTÉVEZ ESCALERA, J. y CLEMENTE CONTE, I. (2013): "Domestic Space: Analysis of the Activities of a Hunter-Gatherer Social Unit at the Southern End of the American Continent", *The Archaeology of Household* (Madella, M. Kovács, G. Berzsényi, B. y Briz Godino, I., eds.), Oxbow Books, Oxford and Oakville, pp. 67-85.

EVANS, A. A. y DONAHUE, R. E. (2008): "Laser scanning confocal microscopy: a potential technique for the study of lithic microwear", *Journal of Archaeological Science* 35, pp. 2223-2230.

FULLAGAR, R. (ed.) (1998): *A closer Look. Recent Australian Studies of Stone Tools*, Sydney University Archaeological Methods Series 6, Sydney.

GIBAJA BAO, J. F. (2003): *Comunidades Neolíticas del Noreste de la Península Ibérica. Una aproximación socio-económica a partir del estudio de la función de los útiles líticos*, British Archaeological Reports. International Series S1140, Oxford.

GIBAJA BAO, J. F. y CLEMENTE CONTE, I. (1996): "Análisis funcional del material lítico en las sepulturas de la Bóbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Barcelona)", *1.er Congrès del Neolitic a la Peninsula Ibèrica. Formació i implantació de les comunitats agricoles,* Rubricatum. Revista del Museu de Gavà 1:1, pp. 183-189.

GIBAJA, J. F., CLEMENTE CONTE, I. y VILA, A. (1997): "Una aproximación a través del Análisis Funcional a sociedades neolíticas del Noreste Peninsular", *II Congreso de Arqueología Peninsular (Zamora, del 24 al 27 de septiembre de 1996). Tomo II Neolítico, Calcolítico y Bronce* (Balbín Behrmann, R. de y Bueno Ramírez, P., eds.), Fundacion Rei Afonso Henriques, Zamora, pp. 129-136.

GIBAJA J. F. y GASSIN B. (2014): "Use-wear analysis on flint tools. Beyond the methodological issues", Handbook of Use-Wear and residue analysis (Marreiros, J., Gibaja, J. F. y Bicho, N., eds.), Springer, New York, pp. 41-58.

GIBAJA, J. F., PEÑA CHOCARRO, L., IBÁÑEZ, J. J., ZAPATA, L., RODRÍGUEZ, J., LINTÄDTER, J., PÉREZ, G., GASSIN, B., CARVALHO, J. E., GONZÁLEZ, J. E. y CLEMENTE CONTE,

I. (2012a): "A los dos lados del Estrecho: las primeras hoces líticas y evidencias de agricultura en el sur de la Península Ibérica y norte de Marruecos", *I Congrés Internacional Xarxes al Neolític: Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Meditèrrania Occidental (VII-III mil·lenni aC)* (Borrell, M., Borrell, F., Bosch, J., Clop, X. y Molist, M., eds.), Rubricatum. Revista del Museu de Gavà 5, pp. 87-93.

GIBAJA, J. F., CRESPO, M., DELIBES DE CASTRO, G., FERNÁNDEZ, J., FRAILE, C., HERRÁN, J. I., PALOMO, A. y RODRÍGUEZ, J. A. (2012b): "El uso de trillos durante la Edad del Cobre en la Meseta española. Análisis traceológico de una colección de denticulados de sílex procedentes del 'recinto de fosos' de El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid)", *Trabajos de Prehistoria* 69:1, pp. 133-148.

GUSINDE, M. (1986): *Los indios de Tierra del Fuego. Tomo II. Los Yámanas* (tres volúmenes), Centro Argentino de Etnología Américana, CONICET, Buenos Aires.

IBÁÑEZ, J. J., CLEMENTE CONTE, I., GASSIN, B., GIBAJA, J. F., GONZÁLEZ, J. E., MÁRQUEZ, B., PHILIBERT, S. y RODRÍGUEZ, A. (2008): "Harvesting technology during the Neolithic in South-West Europe", "*Prehistoric Technology" 40 years later: functional studies and the Russian Legacy* (Longo, L. y Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 183-195.

IBÁÑEZ, J. J., GIBAJA, J. F., GASSIN, B. y MAZZUCCO, N. (2015): "Les premières faucilles et l'expansion de l'agriculture en Europe", *ArchéOrient – Le Blog* (Hypotheses.org), 6 mars 2015. URL: http://archeorient.hypotheses.org/3788

IBÁÑEZ, J. J., GIBAJA, J. F., GASSIN, B. y MAZZUCCO N. (2017): "Paths and Rhythms in the Spread of Agriculture in the Western Mediterranean: The Contribution of the Analysis of Harvesting Technology", *Times of Neolithic Transition along the Western Mediterranean* (Garcia Puchol, L. y Salazar Garcia, D., eds.), Springer, New York, pp. 339-371.

IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. J. y GONZÁLEZ URQUIJO, J. E. (1996): *From Tool Use to Site Function. Use-wear analysis in some Final Upper Palaeolithic sites in the Basque country*, British Archaeological Reports. International Series 658, Oxford.

IBÁÑEZ, J. J., GONZÁLEZ URQUIJO, J. J. y GIBAJA, J. F. (2014): "Use-Wear Characterization through Confocal Laser Microscopy: The Case of Wild *vs* Domestic Cereal Harvesting Polish", *International Conference on Use-Wear Analysis. Use-Wear 2012* (Marreiros, J., Bicho, N. y Gibaja, J. F., eds.), Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne, pp. 13-23.

IBÁÑEZ, J. J., GONZÁLEZ, J. E., RUÍZ, R. y BERGANZA, E. (1993): "Huellas de uso en sílex en el yacimiento de Santa Catalina. Consideraciones sobre la manufactura del utillaje óseo y la funcionalidad del asentamiento", *Traces et Fonctions: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:1, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 225-234.

LINTON, J., (2009): "Consommer, stocker et exporter. Analyse tracéologique de grandes lames livre de beurre de la région des ateliers du Grand-Pressigny au Néolithique final", *Du matériel au spirituel. Réalités archéologiques et historiques Des «Dépôts ». De la préhistoire à nos jours* (Bonnardin, S., Hamon, C., Lauwers, M. y Quilliec, B., dirs.), XXIXe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Éditions APDCA, Antibes, pp. 387-394.

LINTON J., (2014): "Modéliser la gestion des grandes lames en silex de la fin du Néolithique à partir de la quantification des traces d'utilisation", *ArcheoSciences* [En ligne], 38/2014, mis en ligne le 30 novembre 2014, consulté le 12 decembre 2014. DOI: 10.4000/archeosciences.4298

LÓPEZ BULTÓ, J. O. (2015): *Processos d'obtenció, transformació i ús de la fusta en l'assentament neolític antic de la Draga (5320-4800 cal BC)*, Tesis doctoral, Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

LOZOVSKI, V. M., LOZOVSKAYA, O. V. y CLEMENTE CONTE, I. (eds.) (2013): *Zamostje 2 Lake Settlement of the Mesolithic and Neolithic Fisherman in Upper Volga Region*, Russian Academy of Science. Institute for the History of Material Culture, Sergiev-Possad State History and Art Museum-Preserved, St. Petersburg.

MAMELI, L., ESTÉVEZ, J. y PIANA, E. L. (2005): "Deep impact: stones in bones. Some though about the ethnoarchaeology contrast. A view

from Tierra del Fuego (extreme south of America), *Lithic Toolkits in Ethnoarchaeological Context* (Terradas, X. ed.), Acts of the XIVth UISPP Congress, British Archaeological Reports. International Series 1370, Oxford, pp. 9-18,

MAZZUCCO, N. (2014) *The Human occupation of the Southern Central Pyrenees in the Sixth-Third Millenia cal. BC. A traceological Analysis of Flaked Stone Assemblages*, Tesis Doctoral, Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

MAZZUCCO, N. y CLEMENTE CONTE, I. (2013): "Lithic Tools Transportation: New Experimental Data", *Experimentación en Arqueología* (Palomo, A., Piqué, R. y Terradas, X., eds.), Estudio y difusión del pasado, Serie Monográfica del MAC 25.1, Girona, pp. 235-243.

MAZZUCCO, N. y GIBAJA, J. F. (2016). "A palaeoeconomic perspective on the Early Neolithic lithic assemblages of the NE of the Iberian Peninsula", *Quaternary International*. DOI: 1016/j.quaint.201605012"http://dx.doi.org

MAZZUCCO, N., TRENTI, F., CLEMENTE CONTE, I. y GIBAJA, J. F. (2013): Chert taphonomical alterations: preliminary experiments, *Experimentación en Arqueología* (Palomo, A., Piqué, R. y Terradas, X., eds.), Estudio y difusión del pasado, Serie Monográfica del MAC 25:1, Girona, pp. 255-263.

PIÉ, J. y VILA, A. (1992): "Relaciones entre objetivos y métodos en el estudio de la industria lítica", *Tecnología y cadenas operativas líticas* (Mora, R., Terradas, X. Parpal, A. y Plana, C., eds.), Treballs d'Arqueologia I, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, pp. 271-278.

PIQUÉ, R., PALOMO, A., TERRADAS, X., AGUER, C., BODGANOVIC, I., CHINCHILLA, J., GARCÍA, I., JOVER, A., LÓPEZ, O., MOITINHO, V., BUXÓ, R., BOSCH, À., TARRÚS, J., SAÑA, M. y VIVAR, G. (2013): "Registro, análisis y conservación de los objetos de madera del yacimiento neolítico de La Draga (Banyoles, Catalunya)", *I Congreso de Arqueología Naútica y Subacuática Española. Cartagena, 14, 15 y 16 de marzo de 2013* (Nieto Prieto, X., Ramírez Pernia, A. y Recio Sánchez, P., coords.), Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 1136-1148.

PLISSON, H. (1985): "Contribution de la tracéologie a la localisation des aires d'activité et d'occupation", *L'Anthropologie* 89:4, pp. 473-478.

PLISSON, H. y BEUGNIER, V. (2007): "Les poignards en silex du Grand-Pressigny: fonction de signe et fonctions d'usage/Technical uses and symbolic values of Pressignian daggers", *The Arkeotek Journal.*

RAMOS MUÑOZ, J., DOMÍNGUEZ BELLA, S. y CLEMENTE CONTE, I. (2015): "Los instrumentos de trabajo líticos como proceso de trabajo en las sociedades prehistóricas. Un ejemplo de la región geohistórica del Estrecho de Gibraltar", *Arqueoworld 2014*, Fundación Tierras del Sur, Sevilla, vol. I, pp. 69-94.

RISCH, R., CLEMENTE CONTE, I. y GIBAJA, J. F. (2002): "Objetivos y perspectivas del 1er Congreso de Análisis Funcional de España y Portugal", *Análisis Funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (Clemente, I., Gibaja, J. F. y Risch, R., eds.), Brithish Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 3-12.

SEMENOV, S. A. (1957): *Pervobitnaya Tejnika*, Akademiya nauk SSSR, Materiali i issledovanija po Arjeologii SSSR n.º 54, Moskva.

SEMENOV, S. A. (1964). *Prehistoric Technology*, Cory, Adams and Mackay, London.

SEMENOV, S. A. (1981). *Tecnología Prehistórica (Estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso)*, Akal Editor, Madrid.

SHCHELINSKIJ, V. E. (1983): "K izucheniiu tejniki, tejnologii izgotovleniia i funktsii orudij must'erskoj epoji", *Tejnologiia Proizvodstva v Epoju Paleolita*, Nauka, Leningrad, pp. 72-133.

SHCHELINSKIJ, V. E. (1993): "Outils pour travailler le bois et l'os au Paléolithique inférieur et moyen de la Plaine russe et du Caucase", *Traces et Fonctions: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. y Plisson, H., dirs.), Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 309-315.

STARNINI, E., BIAGI, P. y MAZZUCCO, N. (2017): "The beginning of the Neolithic in the Po Plain (northern Italy): Problems and perspectives", *Quaternary International*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.059

TERRADAS BATLLE, X. y CLEMENTE CONTE, I. (2001): "La experimentación como método de investigación científica: aplicación a la tecnología lítica", *Préhistoire et approche expérimentale* (Bourgignon, L., Ortega, I. y Frère-Sautot, M. C., dirs.), Editions Monique Mergoli, Collection Préhistoire 5, pp. 89-94.

THIEME, H. (1997): "Lower Paleolithic hunting spears from Germany", *Nature* 385, pp. 807-810.

TORCHY, L. y GASSIN, B. (2011): Le silex bédoulien sur les sites chasséens du Languedoc: étude fonctionnelle, statut des sites et réseaux de diffusion, *Gallia Préhistoire* 53, pp. 59-84.

VILA MITJÀ, A. (1980): "Estudi de les traces d'ús i desgast en els instruments de silex", *Fonaments*. *Prehistoria i Mon Antic als Països Catalans* 2, pp. 11-55.

VILA MITJÀ, A. y ARGELES, T. (1986): "Determinació del carácter d'un lloc d'ocupació per les activitats que s'hi desenvolupen", *Arqueología Espacial* 8, pp. 61-71.

HUNTING PROJECTILE WEAPONRY OF BYKI LATE UPPER PALEOLITHIC SITES (CENTER OF EASTERN EUROPE): THE COEXISTENCE OF BONE AND FLINT POINTS

Armas arrojadizas de caza de yacimientos del Paleolítico Superior Final de Byki (centro de Europa del Este): Coexistencia de puntas de hueso y puntas de sílex

NATALIA B. AKHMETGALEEVA * and YURI E. DEMIDENKO **

ABSTRACT The article deals with a specific Late Upper Paleolithic Byki site complex, situated in the Seim river basin, in the center of Eastern Europe. Main feature of Byki 1, 2, 3, 7 (cultural layers I and Ia) sites is presence of geometric microliths (triangles) in their flint assemblages. The sites' radiocarbon uncalibrated dates are in between 18000 and 16 000 BP. Late Upper Paleolithic human visitors at Byki sites have been not living for a long time there. Byki site fauna collections are characterized by a dominance of ungulate and fur game species, while the rest known Late Last Glacial sites in the center of Eastern Europe and in the Seim river basin show a clear prevalence of mammoth. The aim of the present study was to understand a relationship between bone and flint hunting projectile weaponry at Byki sites. Our study showed a singleness of bone points there, although rather numerous and various bone / antler and ivory artifacts are well known in the Byki assemblages. At the same time, serial flint triangles serving, high likely, as arrowheads, have been basic hunting projectile weaponry elements for Byki site human inhabitants.

Key words: European Late Upper Paleolithic, Byki Sites, Bone and Flint Projectile Hunting Weaponry.

RESUMEN El artículo trata de un complejo específico de yacimientos de Byki del Paleolítico Superior Reciente, situado en la cuenca del río Seim, en el centro de Europa del Este. La característica principal de los yacimientos Byki 1, 2, 3, 7 (horizontes culturales I y Ia) es la presencia de microlitos geométricos (triángulos) en su industria de sílex. Las fechas de radiocarbono sin calibrar se distribuyen entre 18000 y 16000 BP. Los

* Kurchatov' state museum of Local Lore, Kurchatov, Russia. *achmetga@mail.ru*

** Institute of Archaeology of National Ukrainian Academy of Sciences, Kiev, Ukraine. *yuri.demidenko@voliacable.com*

Fecha de recepción: 20-06-2016. Fecha de aceptación: 30-01-2017.

visitantes humanos del Paleolítico Superior Reciente en los yacimientos de Byki no han estado viviendo allí durante mucho tiempo. Las colecciones de fauna se caracterizan por el predominio de especies de ungulados y animales de caza, mientras que el resto de los yacimientos conocidos del final del último Glacial en el centro de Europa del Este y en la cuenca del río Seim muestran una clara prevalencia del mamut. El objetivo del presente estudio es comprender la relación entre los proyectiles de caza de hueso y de sílex de los yacimientos de Byki. Nuestro estudio muestra una singularidad de las puntas óseas, aunque se conocen bastante numerosos y diversos artefactos de huesos/asta y marfil de los conjuntos de Byki. Al mismo tiempo, las series de triángulos de sílex que probablemente sirvieron como puntas de flecha, han sido los elementos básicos de los proyectiles de caza para los habitantes de Byki.

Palabras clave: Paleolítico Superior Reciente europeo, Yacimientos de Byki, Proyectiles de hueso y sílex del armamento de caza.

MATERIALS AND METHODS

There was obtained a good material database on the specific Byki Late Upper Paleolithic site complex located on the left bank of Seim river in Desna river basin (Russia) (fig. 1) during last two decades (Grigorieva and Filippov, 1978; Chubur, 2001; Akhmetgaleeva, 2004a, 2004b, 2004c, 2006, 2007, 2008, 2009; Akhmetgaleeva and Burova, 2001-2002, 2008). The main industrial feature of Peny, Byki 1, 2, 3 and 7 (Ia & I layers) sites' flint assemblages is presence of geometric microliths, namely triangles, in a Late Upper Paleolithic archaeological and faunal context. The great similarity of the sites' artifacts points out their generic industrial unity.

The analysis of Byki fauna materials has definitely showed the presence of a boreal sub-complex of so-called Late Last Glacial mammoth faunal complex (studies of A. A. Chubur initially and then by N. D. Burova). Basic hunting animals for human inhabitants of Byki sites were hare, arctic fox, reindeer and horse (*Equus ferus*). Such hunting orientation of Byki sites' humans puts a series of reasonable questions. What tools have been used for hunting of the different animals? How does it connect to the known characteristics of the Byki sites' artifact assemblages? How do the bone and flint points correlate for the Byki sites' assemblages? These questions are tried to be understand now and the present paper represents the first stage of our studies in this field.

There will be discussed some study results for the most representative Byki sites' materials coming from Byki 1 site (excavations of A. A. Chubur) and Byki 7 site, layers Ia and I (excavations of N. B. Akhmetgaleeva) in the present paper. Byki I site has a series of uncalibrated radiocarbon dates around 18000–17000 BP. Byki 7 site also has a series of radiocarbon dates that puts layer I to *ca*. 17000 BP uncalibrated and layer Ia to *ca*. 16000 BP uncalibrated (table 1).

The analyses of Byki sites' bone and flint points was realized through both typological and use-wear studies.

The typological study is based on a regular approach including blank data and retouch characteristics for flint triangles and morphology data for bone points. Also, if it was possible, some projectile damage has been recognized for the flint triangles.

Fig. 1.—Localization of the Byki sites.

TABLE 1
RADIOCARBON DATES (UNCALIBRATED)

Peny	21 600±50 (LE-1434a) 23 100±280 (LE -1434b) 25 200±350 (LE -1434в)
Byki-1	17 570±120 (GIN -8408) 17 640±130 (GIN -8409) 17 200±300 (GIN -8408a) 16 600±180 (GIN -8409a)
Byki-7 Layer Ia	17 320 ± 640 (LE – 7794) 16 000 ±130 (GIN – 11755) 14 300 ± 370 (GIN – 13082)
Byki-7 Layer I	17 000 ± 90 (GIN – 11753) 15 600 ± 400 (GIN – 13084)

The flint triangles will be compared to some basic European Magdalenian triangle data being the only comparable tool type within the context of the European Late Upper Paleolithic record. At the same time, some other comparisons will be done with the chronologically later Pan-European Final Paleolithic and Mesolithic triangles.

The use —wear study for both micro— and macro analyses of worked bone and flint objects are based on methodology developed by the Saint Petersburg Use-

Wear Lab (Institute of History of Material Culture, Russian Academy of Sciences) (e.g., Semenov 1952, 1957; Semenov and Korobkova, 1983; Filippov, 1977, 1983; Schelinsky, 1983; Korobkova and Schelinsky, 1996). All bone artifacts have been studied with magnification up to 84× using the "Altami CM-TII" entity microscope. Flint tools were also analyzed using a metallographic microscope "Polam" (magnification up to 200×). The realized analysis was also based on samples of experiments conducted by Akhmetgaleeva.

THE BYKI SITES' BONE POINTS

1. Strictly speaking, points on organic materials are represented by a few items in the Byki assemblages but the associated some other worked bone pieces allow us to understand basic point production processes that happened at the sites. All the points can be named Byki type, which includes elongated points with a natural groove on one side (fig. 2). This type of tips got its name, because it has no analogues among other types of bone tips.

There were found ca. 300 worked bone pieces at Byki 1 site. There are 70 really produced items (supposed tools) and their fragments among the *ca*. 300 pieces. But only 3 items can be recognized as hunting projectile weaponry pieces there that is just 4,3% of all the bone tools and 1,0% of all the worked bone pieces there. All Byki' points were cut off from ungulates' bones (figs. 2B, 3 y 4:1).

The assemblage of Byki 7 site, layer I includes 127 worked bone pieces and 52 of them are supposed tools and their fragments. The Byki' points on again ungulates' bones account only 2 items that is only 3,8% of all the bone tools and 1,6% of all the worked bone pieces.

There were found only 40 worked bone pieces at Byki 7 site, layer Ia, although the layer was excavated for a much larger area in comparison to layer I. Ten items were recognized as produced items. Only a single fluted Byki' point produced on a reindeer's antler have been identified there (fig. 2A:6). It is 10% of all the bone tools and 2,5% of all the worked bone pieces.

2. All the Byki' points have been basically manufactured through one and the same technological tradition (Akchmetgaleeva, 2011). It was recognized *an interchangeability of the used raw materials* that also influenced some differences in a technological chain of the point production (figs. 3; 4). Basically, metatarsal bones of reindeer and horse, and long tubular bones of horse were used for the point manufacture. First, it was sawed off the distal end of a bone in the very beginning of the point production (fig. 5:3). A blade shaft was taken out after making two longitudinal slots (figs. 4:1; 5:1). First slot was usually made along central longitudinal axis of the bone blank and second slot was made on the reverse side of the blank, closer to its lateral face. An average length of the bone blank had to be *ca*. 18 – 22 cm. Then the blade bone shaft was planed/scraped (fig. 5:2). The only untreated part of the bone blank was its internal concave part with a width up to 0,4 cm. As

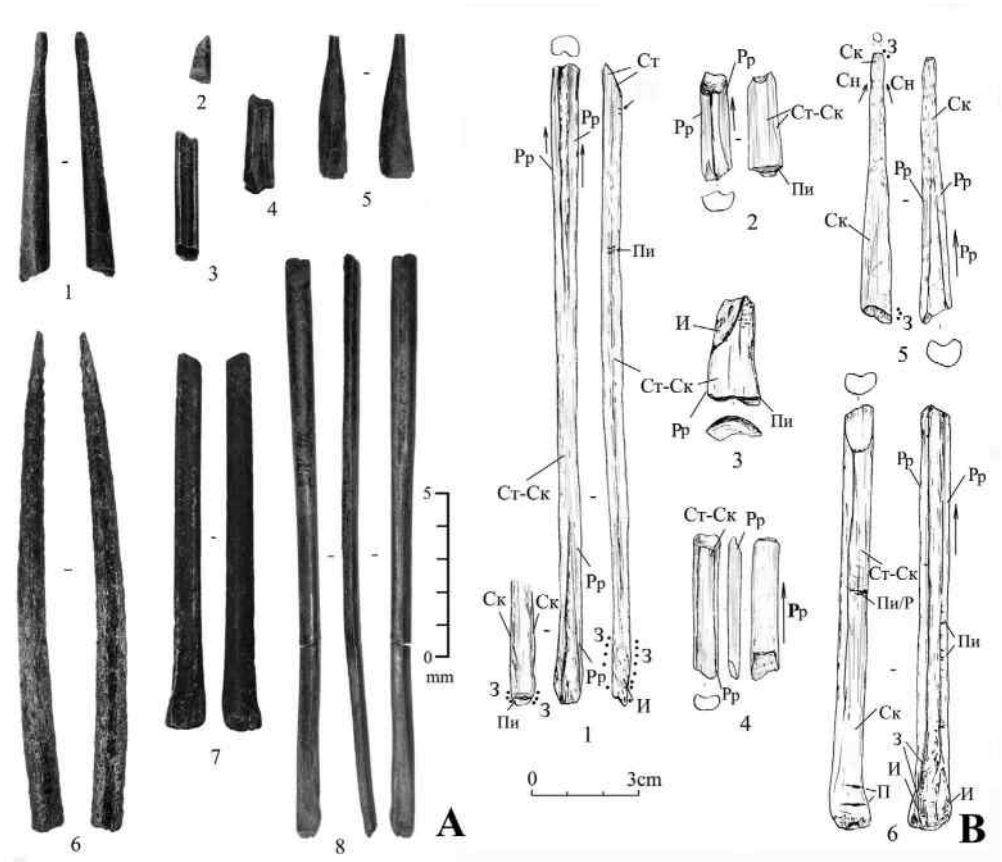


Fig. 2.—A) Bone artifacts: 1,7, fragments of projectile points from ungulates' bones (Byki-7, layer I); 2,5, points from ungulates' bones (Byki-1); 3,4,8, fragments of projectile points from ungulates' bones (Byki-1); 6, projectile point from reindeer's antler (Byki-7, layer Ia). B) Worked bone pieces: 1,2,4, fragments of projectile points from ungulates' bones (Byki-1); 3, waste product of a projectile manufacture from an ungulate bone (Byki-1); 5,6, fragments of projectile points from ungulates' bones (Byki-7, layer I). [Пи – *sawing*; Пи/Р – *notching*; Рр – *grooving;* Ст – *planing;* Ск – *scraping;* Сн – *scraping with pressure, 3 – maximal scuff,* И – *break,* П – *cutting on dismemberment*].

a result of the secondary treatment, there was formed not a deep slot with steep sides, starting from the point's base and becoming narrower to the pointed tip. There were sawn short deliberate transversal incisions in the middle part of points in the end of their secondary treatment (fig. 5:4). Traces the origin of which is associated with damage when used (traces attachment?) kept on one point of the Byki-1 site survived (fig. 5:5). So we see the traces of possibly throwing wear on the one point of the Byki-7 site, 1 layer (fig. 5:6).

There have been traced some basic similarities in production of *the point on a reindeer's antler* with the ones manufactured on the ungulates' bones (fig. 2A:6). The thickest tines of an antler and its beam were taken out by a gradual circular

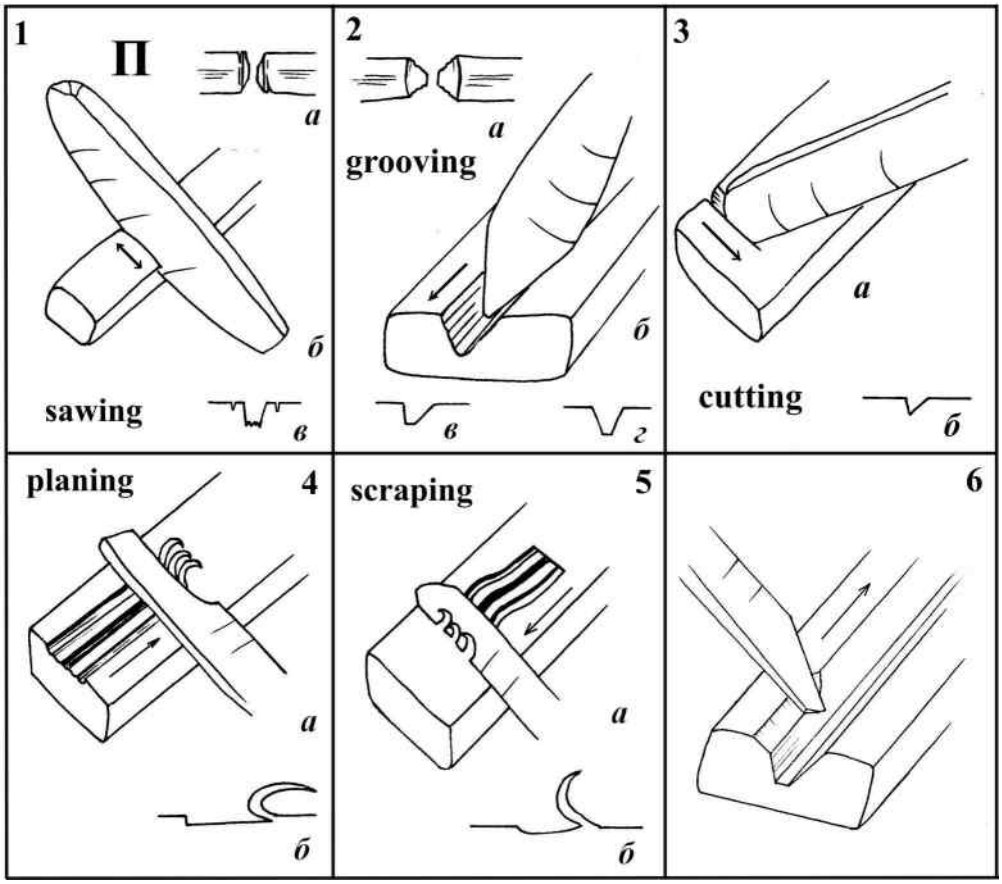


Fig. 3.—Processing techniques of bone/antler reindeer.

chopping. The thinner tines of an antler could be just cut off or even broken off. The point was again manufactured from a blade shaft that has been taken out using two opposite slots made before (fig. 4:2).

3. Analyzing the Byki' points' location in excavation blocks, their fragmentariness and the obvious small quantity, it is possible to say that *we are dealing with the needless fragmented examples*.

4. Taking into consideration the quality of bone blanks and their waste products found at the Byki sites, it is also possible to say that the bone secondary treatment processes did not have one of the main aims namely a serial production of bone projectile weaponry there.

5. *The technology of the natural fluted points' production at Byki sites was rather laborious and raw material wasteful* in comparison to the serial produc-

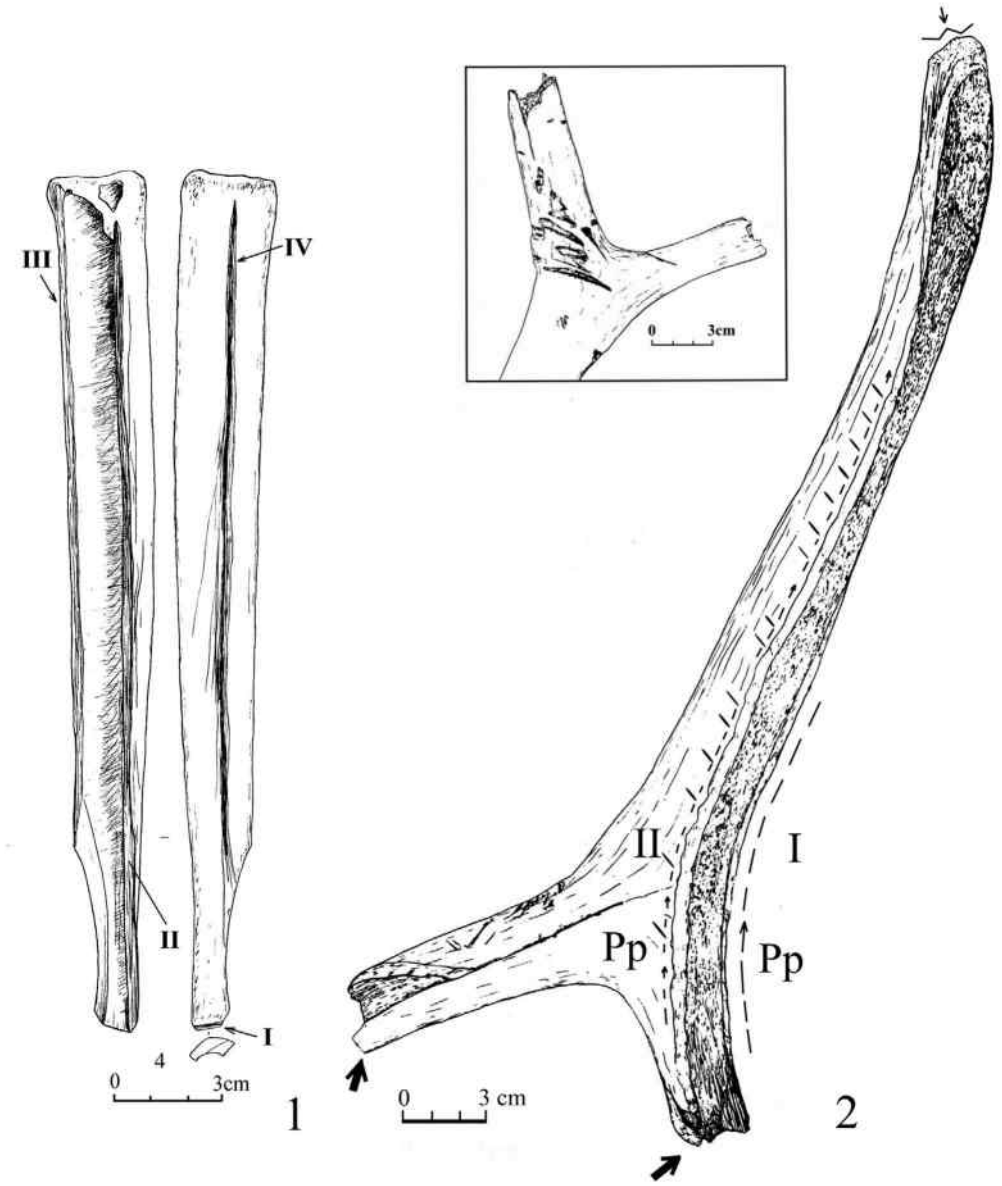


Fig. 4.—Waste products of bone and antler: 1) Raw material to the production of points from ungulates' bone (Byki-1). Sequence of technical operations: *I – transversal sawing; II, III, IV – groove cutting with a burin- like stone tool.* 2) Worked fragment of reindeer's antler (Byki-7, layer Ia) and sequence of manufacture: Pp – *groove cutting with a burin- like stone tool; I – breakage of first slot; II – breakage of second slot and subsequent chopping using an intermediate tool*.

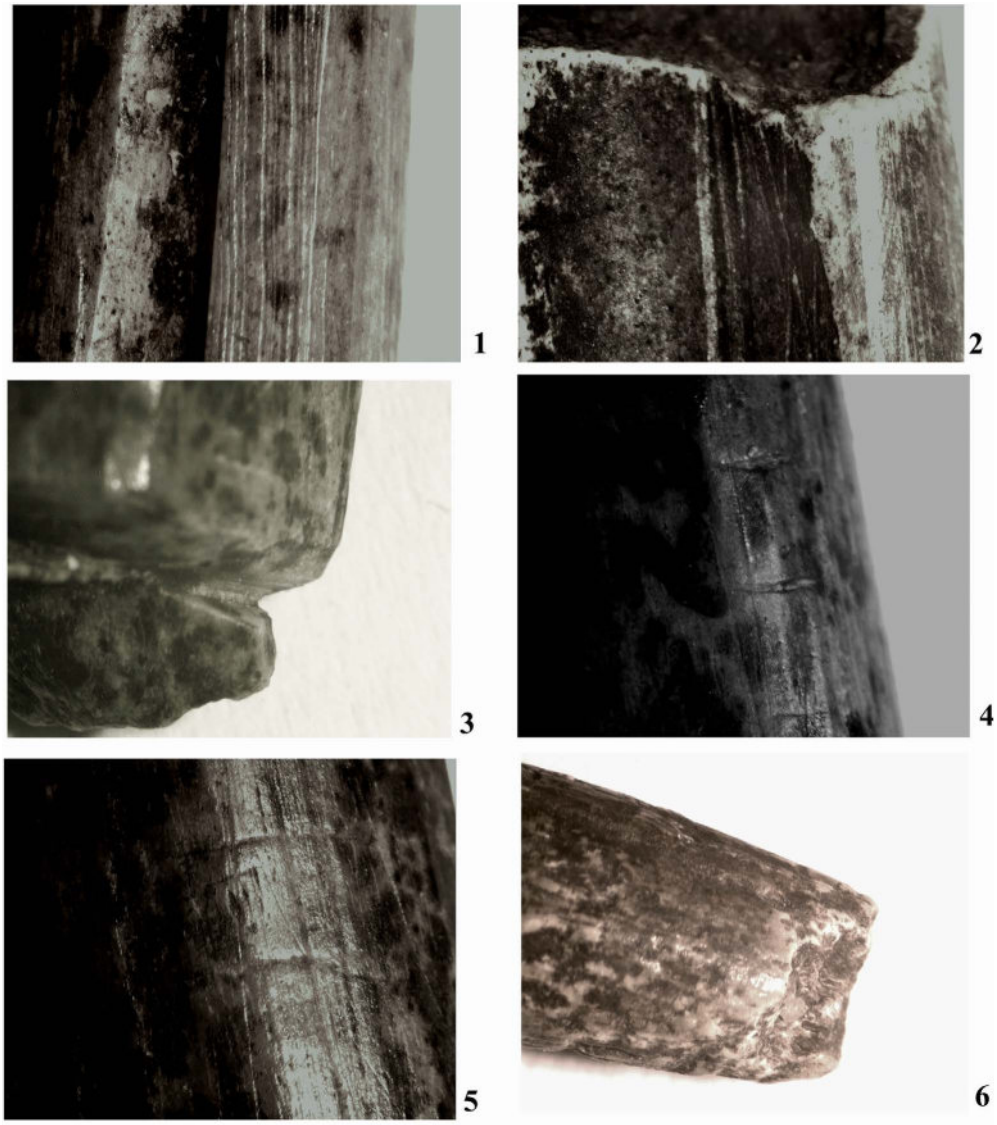


Fig. 5.—1: Traces of groove cutting with a burin-like stone tool on the point n.º 7 in fig. 1A (magnification × 30). 2: Traces of scraping on the point n.º 7 in fig. 2A (magnification × 30). 3: Traces of groove cutting with a burin-like stone tool on the point n.º 7 in fig. 2A (magnification × 30). 4: Short perpendicular sawing lines on edges of point n.º 7 in fig. 2A (magnification × 30). 5: Transverse incisions on edges of point n.º 7 in fig. 2A (magnification × 30). 6: Pointed tip of point n.º 5 in fig. 2A (magnification × 30).

tion of points from shaft blanks received from just one mammoth ivory piece or a reindeer's antler practiced at some other known East European Upper Paleolithic sites (Hlopachev, 2006; Akchmetgaleeva, 2012).

THE BYKI SITES' FLINT TRIANGLES (fig. 6)

1. The morphological and typological analyses of the Byki sites' flint triangles, as well as the rest flint artifacts of the sites, are still in progress. That's why some very basic considerations can be made so far. Keeping in mind that, on one hand, the only Late Upper Paleolithic chronologically about contemporaneous parallel to the Byki flint triangles are the European Magdalenian triangles (e.g., Sonneville-Bordes 1960; Petillon and Langlais, 2011; Straus *et al*., 2012) and, on the other hand, there is also some similarity in between the Byki triangles with the chronologically later Pan-European (including also Eastern Europe) Final Paleolithic and Mesolithic triangles (Kozlowski and Kozlowski 1975), it will be always important to note some similarities and dissimilarities in between the three complexes' triangles. That's because understanding these similarities and dissimilarities should help us a lot in a better understanding the unique Byki triangles.

2. The flint triangles do actually represent the most numerous tool classes in the flint assemblages of Byki 7, layer I and Byki 7, layer Ia, approaching *ca*. 50% of all the recognized tools there. The Byki 1 flint triangles, on the other hand, do account only *ca*. 12% of all tools, occupying the 4th numerical position after burins, end-scrapers and borers; although all the latter three tool classes occur in the Byki 7 two assemblages too. Such the triangle quantitative differences in between the two sites might speak about some definite site function differences in between human activities there.

3. Narrow (not more than 5 cm long), narrow (1,2 – 1,6 cm wide) and thin (0,2 – 0,3 cm thick) blades were main blanks for triangles in Byki. Triangles were rather short (1,0 – 3,6 cm) (Akhmetgaleeva and Demidenko, 2017).

By such blanks, the Byki triangles are similar to some European Final Paleolithic and Mesolithic triangles which are usually manufactured on narrow blades and also some flakes. At the same time, remembering that the very basic blanks for the European Magdalenian triangles were bladelets (blady proportion pieces with a width less than 1,2 cm, according to the classical definition of J. Tixier, 1974), we can say about the blank type real difference in between the Byki triangles and the European Magdalenian triangles.

4. The Byki sites' flint assemblage data do also testify the whole process of triangle production at the sites and not somewhere else, starting with the core blade reduction and finishing with the final triangle retouching and use.

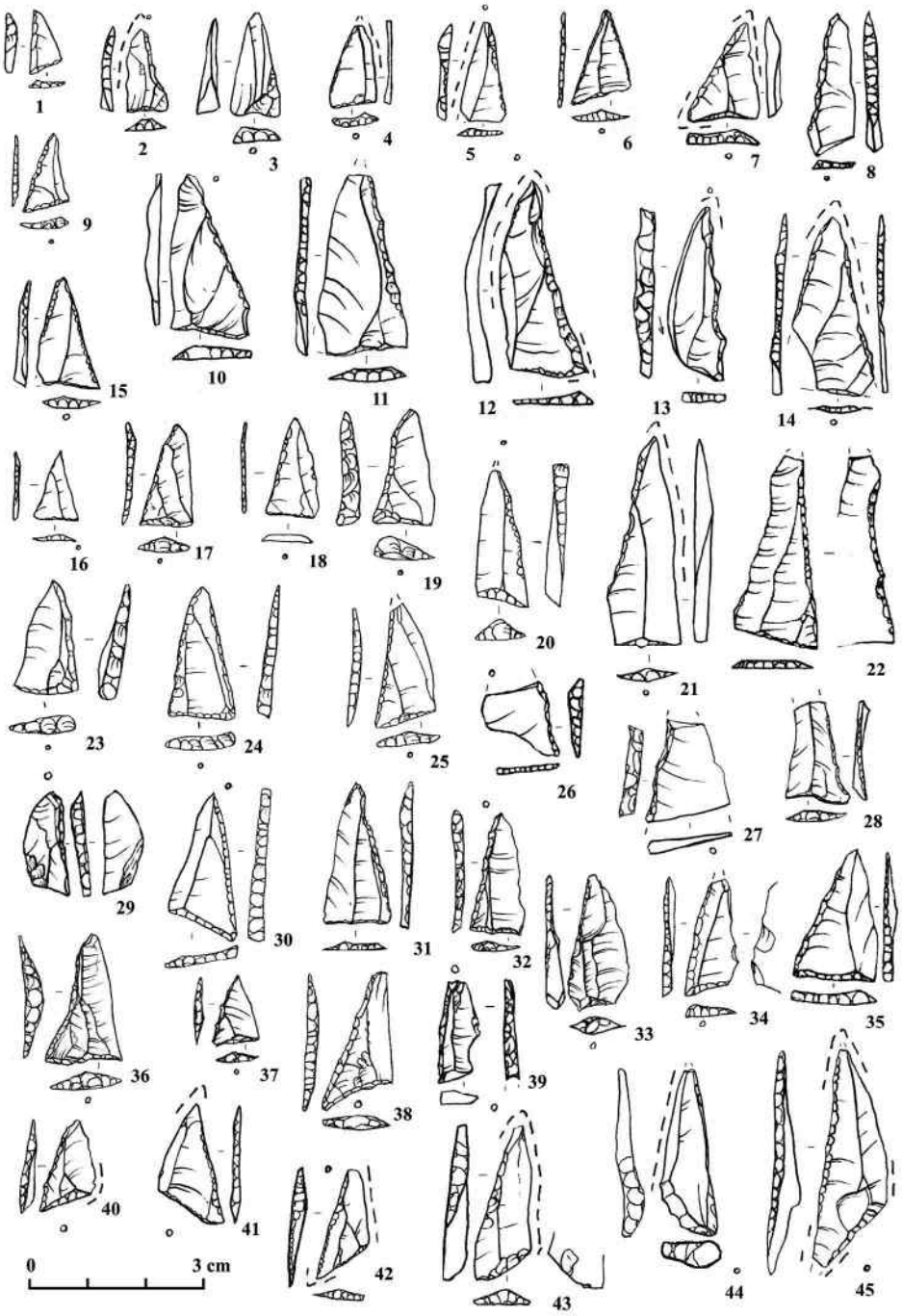


Fig. 6.—Flint triangles: 1-26,29,35 (Byki-7, layer I); 27,28,30-34,36-39 (Byki-7, layer Ia); 40-45 (Byki-1). The dotted lines mark localization of use-wear traces and arrow indicate macro-damage.

5. All the three Byki sites' triangle sets from Byki 1, Byki 7, layer I and Byki 7, layer Ia are characterized by series of both elongated and short items (fig. 6). There is just one basic morphological difference in between the triangles from Byki 1 site and Byki 7, layers I and Ia. The Byki 1 triangles are usually with an obliquely truncated base, while the Byki 7 triangles are characterized by items with both an obliquely truncated and a straight truncated base. The latter Byki 7 triangle sub-type was already additionally named as a triangular point with a backed edge (Akhmetgaleeva 2004a; 2004b; 2004c, 2015). At the same time, all the other morphological features of the three Byki sites' triangles are the same. They have a truncated base and also the retouched one lateral edge with the formed pointed tip by the lateral retouch. The retouched lateral edge is almost always the longest one on triangles. Moreover, the two retouched edges (the lateral edge and the base) are characterized by a real backed abrupt retouch and not by any semi-abrupt and/or flat retouch.

It is possible to summarize shortly the Byki triangles in following way continuing their comparisons with the European Magdalenian and some Final Paleolithic and Mesolithic triangles. By shape and two edges retouched, remembering that the longest lateral edge is usually retouched, the Byki triangles are similar to some Final Paleolithic and Mesolithic triangles. On the other hand, by the proper retouch characteristics – really backed abrupt retouch, the Byki triangles are similar to the Magdalenian triangles, also usually bearing backed abrupt retouch. As a result, the Byki triangles have an intriguing mixture of both Magdalenian and some Final Paleolithic/Mesolithic triangles.

A thorough morphological study of the Byki triangles also has showed one more their similarity to some Final Paleolithic/Mesolithic triangles. This is presence of projectile damage macro traces on some Byki triangles. The projectile damage traces are located on either a pointed tip and/or a lateral edge near the basal part there for both Byki and some Final Paleolithic/Mesolithic triangles. On the other hand, the Magdalenian triangles do usually bear projectile damage, when it is present, on the longest unretouched edge. Such projectile damage data might speak on the Byki triangles' functional role. The European Magdalenian humans were putting flint triangles and also backed bladelets (the latter pieces and also a real core bladelet reduction do not present at all for the Byki flint assemblages) as just lateral components (inserts) of javelins for using them with an atlatl during a hunt (Larsson and Sjostrom 2011). Some Final Paleolithic/Mesolithic triangles, those are similar to the Byki ones by blank, retouch and projectile damage locations, were put as arrowheads for using them on arrows with a bow. Accordingly, we may speculate that the Byki triangles are different from the rather chronologically contemporaneous with them Magdalenian triangles, but still both of them do have the backed abrupt retouch, because of the different their possible functional usage – as either arrowheads or inserts of javelins.

Also, two more interesting observations were made by N. B. Akhmetgaleeva during the process of excavations of Byki 7 site. *First*, some of the triangles, when they were found in archeological layers, had a peculiar patina feature, when a piece was longitudinally half patinated with the not retouched lateral edge and the pointed

tip and another longitudinal part with retouched lateral edge was not patinated (fig. 7:6). *Second*, there was also sometimes clearly recognized presence of several triangles together (3 – 5 pieces) at one spot in an archeological layer that means either a possibility of putting several triangles into an arrow or their restricted manufacture at some special site places. The situation should be again more evaluated and studied.

Finishing with the Byki triangles' morphological characteristics, it is important to note that there were also recognized some pseudo-microburins[1] among the sites' flint artifacts (fig. 7:1-3). These tiny items having the laterally retouched pointed tip and an oblique unretouched basal breakage certainly point out the two important inferences. First, presence of the pseudo-microburins is explained by some mistakes made during the retouching of triangles' lateral edge near the tip, when a too strong blow accidentally removes the tip. That's why the resulted tiny pieces are pseudo-microburins and not at all true micro-burins characteristic for some Final Paleolithic and Mesolithic assemblages. Second, the serial pseudo-microburin presence in the Byki sites' flint assemblages once again confirms production of these geometric microliths at the sites. Adding here the already mentioned some projectile damage traces on some triangles, we are definitely able to postulate that triangles were both produced at the sites and were also used around the sites for hunting purposes with bringing then by the sites' human inhabitants some arrows with still preserved triangles there back to the sites.

6. Some use-wear studies have been already conducted for the Byki triangles. It was established that the use traces data are about the same for all triangle sub-types meaning the triangles' usage for similar purposes. Basically, there is the following combination of use and not use features on the triangles: absence of any wear traces on a majority of the pieces, presence of projectile damage traces on some pieces (fig. 6). Location of linear traces and triangles' projectile damage data indicate oblique position (fig. 7:1,3) of the blade of a triangle as arrowheads of the majority of them (Nuzhnyi, 2008, 2015). Some micro-traces on the triangles' retouched edges also show a contact with a wood, why we can suggest an inserting of the triangles into a wooden shaft of arrows. Results of studies of damage on triangles and their comparison with experimental data (see also Lombard and Pargeter, 2008, 2010; Nushny, 2015), showed different position of triangles in shafts at each Byki site. Angle of inclination of a triangle could be changed as a variation of a projectile point (figs. 7:5, 8 and 9). This fact together with small amount of bone projectile heads compared with flint ones argues against the possibility of use of bone points as probable holders for composite tools. Parameters of shallow grooves also support this.

1. The pseudo-microburins have been only identified for the flint assemblage of Byki 7, layer I so far, as the Byki 1 and Byki 7, layer Ia tiny flint chips were not thoroughly studied yet.

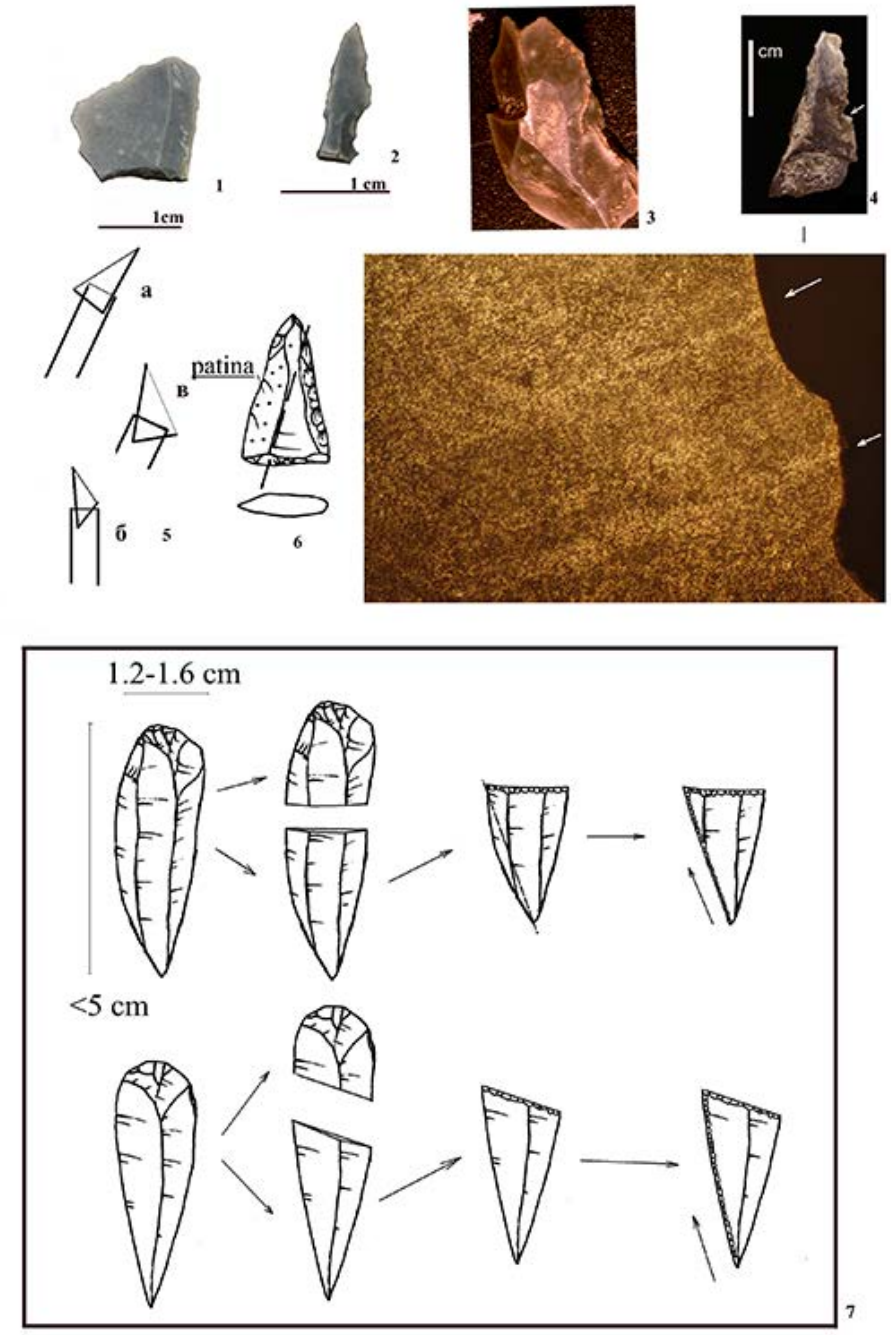


Fig. 7.—1-3, pseudo-microburins (Byki-7, layer I); 4, flint triangle with projectile damage (microfoto magnification ×100) from Byki-7, layer I; 5, the most common procedures for inserting the triangles from Byki sites in the shaft; 6, scheme of patina formation on flint triangles from Byki-7, layer I; 7, scheme of the most typical production of triangles in Byki sites.

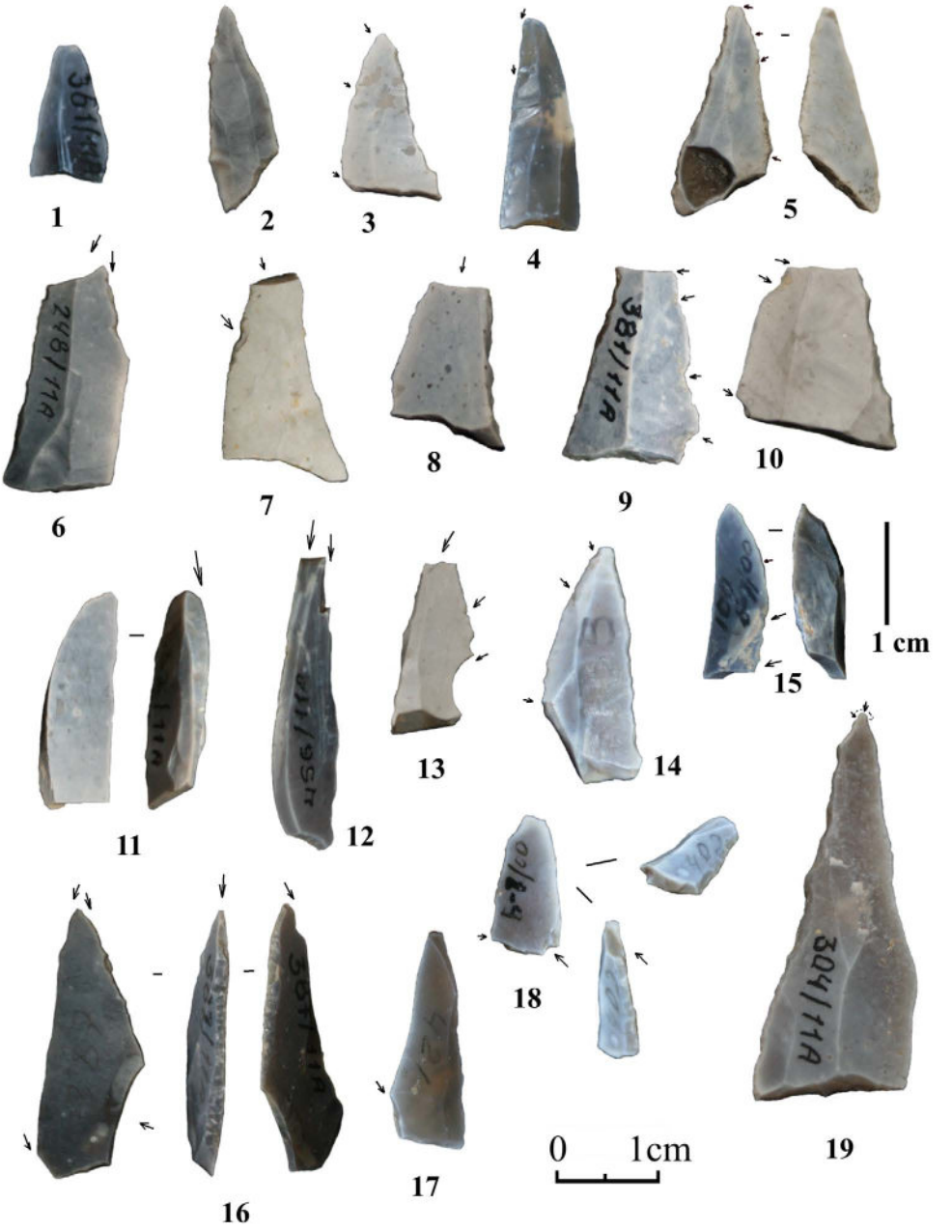


Fig. 8.—Flint triangles: 1,4,6,9,11,12,14-19 (Byki-7, layer I); 2,5 (Byki-1); 3,7,8,10,13 (Byki-7, layer Ia).

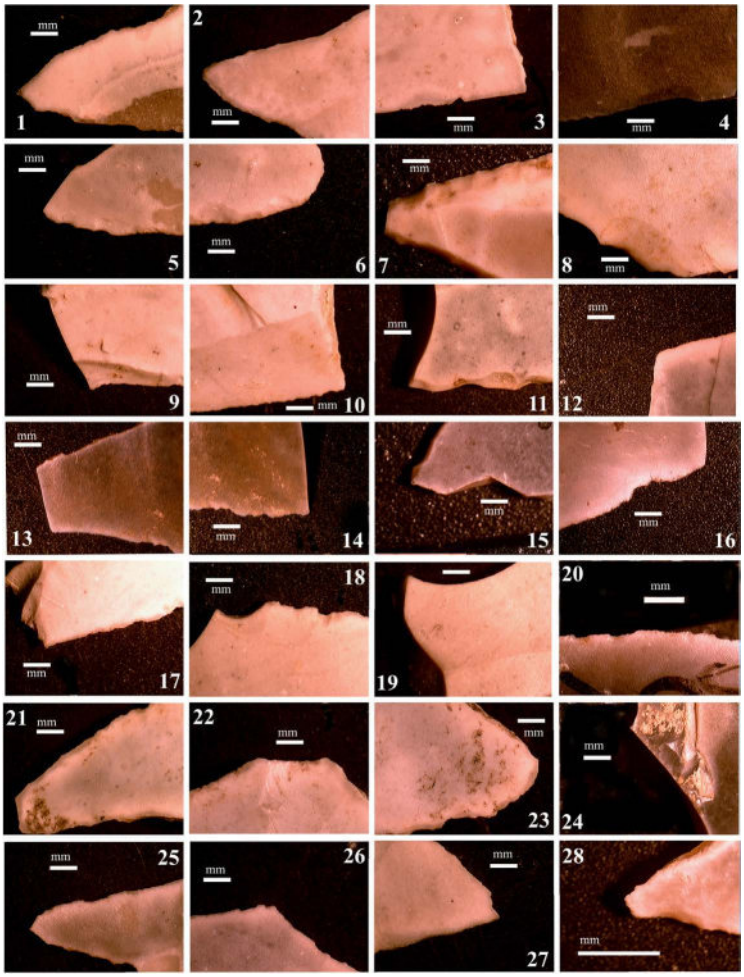


Fig. 9.—Macro photo of the edges of flint triangles and typical damages (photos taken through stereotinocular "Altami CM-TII"). 1: fresh edges on the triangle n.º 93/2014 (Byki-7, layer Ia); 2,3: visually not visible damages on the triangle n.º 12/2014 (Byki-7, layer Ia); 4: center of non-retouched laterals near the corner of the base break on the triangle n.º 117/2013 (Byki-7, layer Ia); 5,6: retouch of throwing wear on the point and the angle of the base from the ventral face on the triangle n 40/2013 (Byki-7, layer Ia); 7,8: burr point tip and diagonal bummer with facets at the angle of the unreturned lateral on the triangle n.º 135/2000 (Byki-7, layer I); 9,10: burr point tip and undamaged base on the triangle n.º 74/2014 (Byki-7, layer Ia); 11,12: pseudo-burins on the point and undamaged base on the triangle n.º 248/2003 (Byki-7, layer I); 13,14: middle fragment of the triangle n.º 322/2013 (Byki-7, layer Ia); 15: pseudo-burins lesions on the point, the triangle n.º 387/2003 (Byki-7, layer I); 16: transverse breakage of the point of the triangle n.º 173/2000 (Byki-7, layer I); 17-19: spin-off on the point, angle of fracture of the retouched lateral and fracture of the base on the triangle n.º 16/2013 (Byki-7, layer Ia); 20,24: the center of the retouched lateral and the angle of its fracture on the triangle n.º 100/2000 (Byki-7, layer Ia); 21-23: visually not visible damage to the point, the angle between the short lateral and the base and the angle between the long lateral and the base on the triangle n.º 27/2014 (Byki-1); 25-27: "fresh" edges on the tip, the angle between the short lateral and the base and the angle between the long lateral and the base on the triangle n.º 35/2014 (Byki-1) (1-19,21-24,25-27, magnification × 15; 20, magnification × 30; 28, magnification × 45).

SOME CONCLUDING REMARKS

Now we can postulate that the fluted Byki' points are represented by a few items in the Byki sites' inventories, whereas the flint triangles, being most likely mainly arrowheads, occupy the most significant role in the hunting projectile weaponry for the sites' human inhabitants. There are some data pointing out a save of flint and bone / antler materials of the Byki sites' human inhabitants that is maybe connected to their highly mobile way of life and/or a remoteness / limitation of the used raw materials.

Both the Byki bone / antler points and flint triangles do not exactly correspond to the already known tool types serving as "cultural-chronological identifiers" for many various European Late Upper Paleolithic industries. These elements of hunting projectile weaponry at Byki sites, as well as some other very special artifact types of the assemblages not discussed in the present paper (e.g., Byki 1 site's flat elongated shouldered borers produced on mainly ribs and some long bones of reindeer and horse –Akhmetgaleeva 1999, 2006), are indeed very specific ones that make the sites' archaeological context as the very distinct one among all known Late Upper Paleolithic industries in Europe. We did not find yet any really archaeologically comparable materials for the Byki data, although some European Magdalenian-like elements could be still distinguished. Technological peculiarities of Byki triangles especially retouching of the longest lateral side are connected with hafting of a microlith in a shaft. This possibly explains difference of Byki triangles from Magdalenian ones and presence of triangles in collections of Byki sites. At the same time backed microblades were used as side inserts of projectiles at synchronous sites of Eastern Europe, and triangle there never made series

The latter comparison fact opens a door for some other comparative studies for the Byki materials within the European Late Upper Paleolithic context.

For now, it is only possible to suggest that the discussing Byki elements of the projectile hunting weaponry might reflect an optimal choice for the sites' humans to use them in a hunt of both small-sized fur-bearing animals (hare and arctic fox) and ungulates (reindeer and horse). The flint triangles were the most preferable element of the weaponry.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are very thankful to Natalia D. Burova (St. Petersburg, Russia, the Byki sites' principal fauna specialist and zooarchaeologist) for her long lasting cooperation and particular help with the animal species identification for bone tools. We are also grateful to Jean-Marie Le Tensorer (University of Basel, Switzerland), Denise Leesch and Werner Mueller (University of Neuchatel, Switzerland) and Andreas Maier (University of Erlangen & Nuremberg) for their help with our better understanding of the European Late Upper Paleolithic, Final Paleolithic and Mesolithic record. We also thank M.G. Zhilin (IA RAS, Moscow, Russia) for his advice on the interpretation of some signs of use-wear traces on flint triangles. At the same time, all the possible mistakes in the paper are ours.

REFERENCES

AKCHMETGALEEVA, N. B. (1999): Bone borers from the Upper Paleolithic site of Byki-1, *Features of the Upper Paleolithic in Eastern Europe. Abstracts of the International Conference on the 120th anniversary of the discovery of the Paleolithic in Kostenki*, IIMK RAN, Saint Petersburg, pp. 14-15 (in Russian).

AKHMETGALEEVA, N. B. (2004a): "The flints of the Byki-7", *Problems of the Stone Age Russian Plain,* Moscow, pp. 285-298 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N.B. (2004b): "Complex of the Upper Paleolithic sites of Byki on Seim River basin", *Archaeological almanac* 16, pp. 279-294 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA N. B. (2004c): "Micro-industry of the Upper Paleolithic site of Byki-7", *Desninskie antiquity* III, pp. 58-67 (in Russian).

AKHMETGALEEVA, N. B. (2006): "Opportunity of the complex study: the technological-traceological analysis and typology of the utilitarian bones from the Upper Paleolithic", *The Early Upper Paleolithic of Eurasia: General trends, Local developments*, "Nestor-Historia" Publishers, Saint Petersburg, pp. 193-202 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. (2007): "On-term studies of the interaction of nature and Upper Paleolithic human groups based on the Byki sites on Seim River basin", *Problems of the Stone Age Archeology (on the anniversary of M.D. Gvozdover)* (Leonova, N. B., ed.), Moscow, pp. 155-169 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. (2009): "Evolution of natural systems and changing types Upper Palaeolithic settlements in the final stages of the last glaciation (on material from the Byki sites on Seim River basin)", *Archaeological Almanac* 20, pp. 231-246 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. (2011): "Technological analysis of bone projectile points with Upper Paleolithic sites of the Byki", *Zamyatninsky compilation* 2, pp. 97-112 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. (2012): "Features a collection of treated bone and horn from the parking lot of the Steppe Anetovka 2", *Primitive ancient Eurasia: the 60th anniversary of Alexei Nikolaevich Sorokin,* IA RAS, Moscow, pp. 123-140 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. (2015): *Stone Age of Poseymnia: The Upper Paleolithic site of Byki-7*, Dream, Kursk (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. and BUROVA N. D. (2001-2002): "Features worked bone and analysis of osteological material from the Upper Paleolithic site of Byki-7. (preliminary report)", *STRATUMplus* 1, pp. 538-551 (in Russian).

AKHMETGALEEVA, N. B. and BUROVA, N. D. (2008): "Reconstruction of a functional purpose of areas of Byki-7 site in Seim basin based on zooarchaeological data", *Man. Adaptation. Culture*, Moscow, pp. 44-55 (in Russian).

AKCHMETGALEEVA, N. B. and DEMIDENKO, Y. E. (2017): "Complex analysis of morphology and typology, technology, traces of wear by definition of functional purpose and the industrial role of the triangles of the late Upper Paleolithic sites of the Byki (Poseimye)", *Ancient man and stone: technology, form, function*, Oriental Studies, Saint Petersburg, pp. 198-208 (in Russian).

CHUBUR, A. A. (2011): The Byki. *The new Paleolithic region and was place in the Upper Paleolithic of the Center Russian plain,* Bryansk (in Russian).

FILIPPOV, A. K. (1977): "Traceological analysis of stone tools and worked bone of the Upper Paleolithic Muralovka", *Problems Paleolithic in Eastern and Central Europe*, Nauka, Leningrad, pp. 167-181 (in Russian).

FILIPPOV, A. K. (1983): Technical problems shaping tools in the Paleolithic. Production technology in the Paleolithic. Leningrad: Nauka. P. 9-71 (in Russian).

GRIGORIEVA G. V. and FILIPPOV, A. K. (1978): "The Upper Paleolithic sites of the Peni", Soviet archeology 4, pp. 168-175 (in Russian).SCHELINSKY, V. E. (1983). "To the knowledge of techniques, technologies, and manufacturing functions of tools Mousterian", *Production technology in the Paleolithic*, Nauka, Leningrad, pp. 86-98 (in Russian).

HLOPACHEV, G. A. (2006): *Ivory industry of the Upper Paleolithic in Eastern Europe*, Nauka, Saint Petersburg (in Russian).

KOROBKOVA G.F. and SCHELINSKY, V. E. (1966): "Methods of micro-macro analysis of ancient tools". Part 1, *Archaeological investigations* 36, Saint Petersburg (in Russian).

KOZLOWSKI, J. K. and KOZLOWSKI, S. K. (1975): *Pradzieje Europy od XL do IV tysiaclecia p. n. e.,* Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

LARSSON, L. And SJOESTROEM, A. (2011):" Bog sites and wetland settlement during the Mesolithic: research from a bog in Central Scania, Southern Sweden", *Archaeologisches Korrespondenzblatt* 41:4, pp. 457-472.

LOMBARD, M. and PARGETER, J. (2008): "Hunting with Howiessons Poort segments: pilot experimental study and the functional interpretation of archaeological tools", *Journal of Archaeological Science* 35, pp. 2523-2531.

LOMBARD, M. and PARGETER, J. (2010): "Indications of bow and stone-tipped arrow use 64000 years ago in KwaZulu-Natal, South Africa", *Antiquity* 84, pp. 635-648.

NUSHNY, D. Y. (2008): *The development of microlithic technology in the Stone Age: the improvement of the weapons of primitive hunters*, CST, Kyiv (in Ukrainian).

NUSHNY, D. Y. (2015): *Upper Paleolithic of Western and Northern Ukraine (technical and typological variability and periodization)*, Filya O, Kiev (in Ukrainian).

PETILLON J.-M. and LANGLAIS M. (2011): "Evolution of bone and stone weapons of the epoch of the final Palaeolithic: Magdalen community (20000-14000 Call. BP) in South-Western Europe", *Weapons and art objects made of bone in ancient cultures of Northern Eurasia (technological and functional aspects),* Zamyatinski collection 2, Nauka, Saint Petersburg, pp. 69-96 (in Russian).

SCHELINSKY, V. E. (1983). "To the knowledge of techniques, technologies, and manufacturing functions of tools Mousterian", *Production technology in the Paleolithic,* Nauka, Leningrad, pp. 86-98 (in Russian).

SEMENOV, S.A. (1952): "Bone digging tools of Palaeolithic sites Eliseevich and Pushkari I", *Soviet Union archeology* 6, pp. 120-128 (in Russian).

SEMENOV, S. A. (1957): "Prehistoric Technology: An experimental Study of the Oldest Tools and artefacts from Traces of Manufacture and Wear", *Materials and Investigations of the Archeology of the USSR* 54, Moscow-Leningrad (in Russian).

SEMENOV, S. A. and KOROBKOVA, G. F. (1983): *Ancient technology industries,* Nauka, Leningrad (in Russian).

SONNEVILLE-BORDES, D. de (1960). *Le Paléolithique Supérieur en Périgord*, Delmas, Bordeaux.

STRAUS, L., LEESCH, D. and TERBERGER, Th. (eds.) (2012). *The Magdalenian settlement of Europe*, Quaternary International 272-273, Oxford.

TALLER, A., BEYRIES, S., BOLUS, M. and CONARD, N. J. (2012). "Are the Magdalenian backed pieces from Hohle Fels just projectiles or part of a multifunctional toolkit?", *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* 21, pp. 37-54.

TIXIER, J. (1974). *Glossary for the description of stone tools with special reference to the Epipalaeolithic of the Maghreb,* Newsletter of Lithic Technology. Special Publication 1, Washington State University, Pullman.

ANIMAL PERFORATED TEETH DEPOSIT FROM MAGDALENIAN SITE AT WILCZYCE (SOUTHEASTERN POLAND). WHAT THEY WERE USED FOR? A USE-WEAR CASE STUDY

Depósito de dientes de animal perforados del yacimiento magdaleniense de Wilczyce (sureste de Polonia). ¿Para qué se usaron? Un estudio de caso de huellas de uso

MAŁGORZATA WINIARSKA-KABACIŃSKA *

ABSTRACT Many years of research on archaeological site at Wilczyce brought into light a unique and diversified evidence of the Late Magdalenian hunters living in southeastern Poland. Among several thousands of artefacts one hundred sixty two perforated teeth of arctic fox were discovered. There were deposited in one spot of *ca*. 10 cm in diameter, close to female skeleton in prenatal age. Large part of the assemblage (few dozens of best preserved pieces) were a subject of traceological investigations in order to establish how these decorations were made and which way they were wearing. Perforations in teeth were made in two ways and the teeth were fastened on both side being cloth' decoration. Probably complete teeth were ripped off the cloth before deposition and put together with broken specimens (collected purposely) in a small sack made of organic material.

Key words: Late Pleniglacial/Early Late Glacial, Arctic Fox Teeth, Traceology, Ornament.

RESUMEN Tras muchos años de investigación en un yacimiento arqueológico de Wilczyce se dio a conocer una evidencia única y diferenciada de los cazadores del Magdaleniense Final que vivían en el sureste de Polonia. Entre varios miles de artefactos se descubrieron ciento sesenta y dos dientes perforados de zorro ártico. Se depositaron en un lugar de unos 10 cm de diámetro, cerca de un esqueleto femenino prenatal. Gran parte del conjunto (unas docenas de las piezas mejor conservadas) fueron objeto de análisis traceológico para establecer cómo se hacían estos ornamentos y de qué manera se usaron. Los dientes se perforaron desde ambos lados y se cosieron al vestido como adorno.

* Poznań Archaeological Museum, Poznań, Poland. *mwinkab@interia.pl*
Fecha de recepción: 02-08-2016. Fecha de aceptación: 14-03-2017.

Probablemente, los dientes completos se arrancaron del vestido antes de la deposición y se juntaron con muestras rotas (recogidas deliberadamente) en una pequeña bolsa de material orgánico.

Palabras clave: Pleniglacial Final/Glacial Final Antiguo, Dientes de zorro ártico, Adorno.

Many years of research on archaeological site at Wilczyce brought into light a unique and diversified evidence of the Late Magdalenian hunters living in the southeastern Poland (Schild, 2014a). Specific conditions of artefacts deposition – within the frost wedges, allowed good preservation of several thousands of flint and quartz artefacts (Królik, 2014), but especially those made of bone, antler and ivory (Boroń, 2014), all that accompanied by rich faunal assemblage, including woolly rhinoceros, horse, arctic fox, arctic hare, marmot, red fox, polecat, brown bear, suslik, reindeer and birds (Lasota-Moskalewska, 2014a; Nadachowski *et al.*, 2014). Unusual find are Venus figurines made of flint (Boroń *et al.*, 2014; Winiarska-Kabacińska, 2014a). Research on archaeological data, including animal furs and numerous sandstone slabs and blocks interpreted as remains of dwelling floor or evidences of their construction, suggests that Late Magdalenian site in Wilczyce was a winter residential camp (Schild, 2014). Among the above artefacts a female skeleton in prenatal age was recorded (Irish, 2014). It was discovered, similarly to other artifacts, in the ice wedge cast, within an area no larger than 1 m^2 and was directly dated to 12870+/–60 BP (uncal). The site itself, basing on twenty-four C^{14} estimates, is dated between the end of last Pleniglacial (GS-2a) and the beginning of the Late Glacial (GI-1e) (Schild, 2014b). Close to it an assemblage of one hundred sixty two perforated teeth of a arctic fox (*Vulpex lagopus*) was deposited in one spot of *ca*. 10 cm in diameter (figs. 1 and 2) (Lasota-Moskalewska, 2014b; Sulgostowska, 2014; Winiarska-Kabacińska, 2014b). It consists mainly of incisors (149 items: I1-9; I2-16; I3-27; Roots I-30; Crowns I-67; after Lasota-Moskalewska, 2014b) and 13 premolar teeth, and all the teeth came from upper jaw (maxilla), from at least 31 mature animals. Both complete and broken items were put together. Large part of the assemblage (few dozens of best preserved pieces) were a subject of traceological investigations in order to establish how these decorations were made and which way they were wearing. So the observations were directed toward the registration of technological and use traces. For analyses a stereoscopic microscope was used with magnifications ranging from 6 to 56 times.

Artefacts were taken for observations without any special preparation, especially cleaning, to not remove stains and recoloration visible on the teeth surface.

In the course of research it was observed that perforations in teeth were made in two ways. A minority of specimens (17) carry clear traces of root scraping either on one or both sides before the perforation was executed. In consequence on the surface around the perforations scratches of different length and depth are observed, undoubtedly made with a flint tool (fig. 3). Perhaps that kind of scraping was sometimes performed already during the process of perforation to speed up that activity. However, in most cases (44) a perforation was made straight without

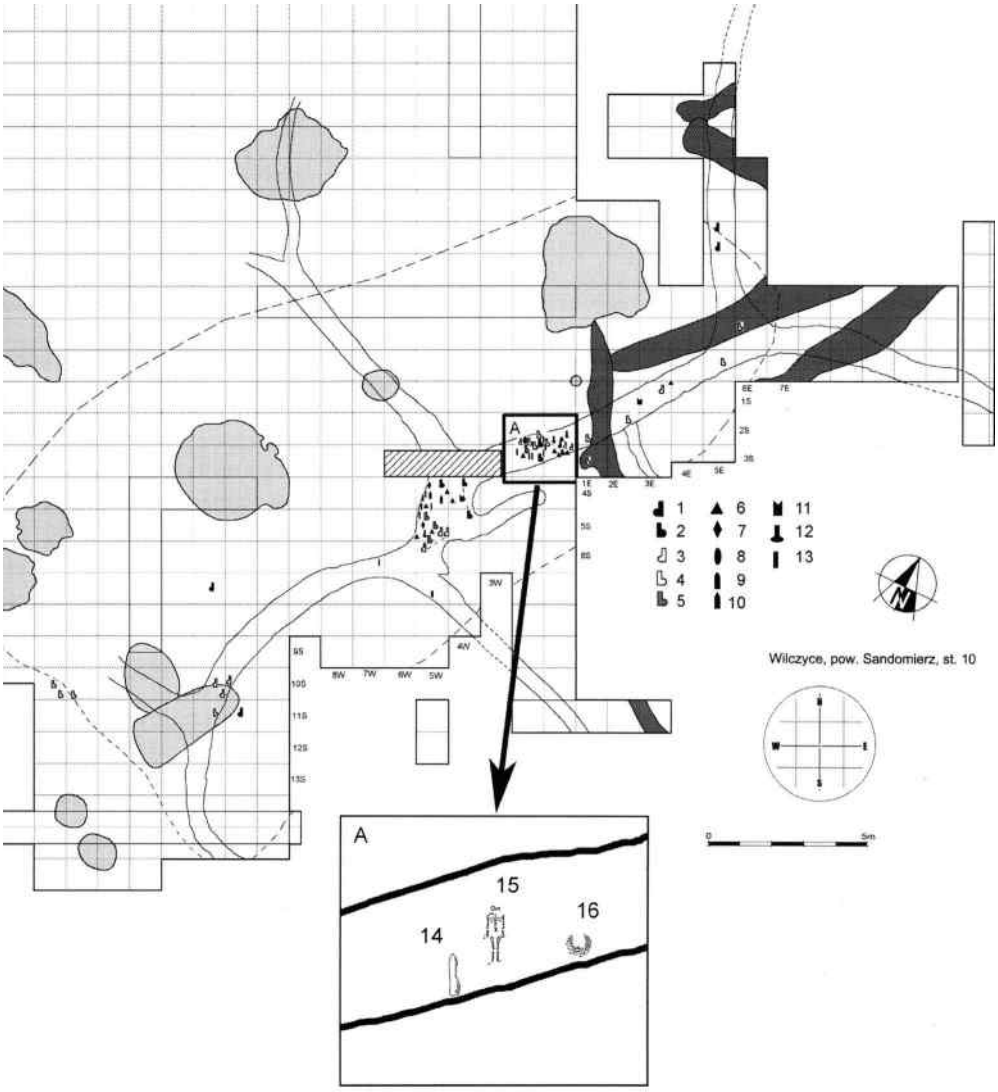


Fig. 1.—Horizontal distribution of bone, antler and ivory artifacts in the ice wedge cast. Key:1, figurines with buttocks in base part of left edge, chocolate flint; 2, figurines with buttocks in base part of right edge, chocolate flint; 3, figurines with buttocks in base part of left edge, Turonian flint; 4, figurines with buttocks in basal part of right edge, Turonian flint; 5, bone and ivory figurines; 6, antler and ivory points; 7, intermediate tools; 8, rods; 9, spatulas; 10, chisels; 11, handles; 12, awls; 13, needles; 14, fragment of the elongated ivory plaquette; 15, symbol for approximate location of slightly dispersed bones of human perinatal skeleton; 16, necklace (after Boroń, 2014:fig. 12.1). Solid line – boundaries of the ice wedge cast.

Fig. 2.—Tight concentration of arctic fox tooth beads near a large bone fragment. Photograph by H. Królik (after Schild, 2014b:fig. 4.15).

Fig. 3.—Surface of root showing traces of scraping.

any initial tooth' surface preparation. In this case small splinters and damages of root surface are visible, usually on ventral parts of the tooth (fig. 4). Perforation was drilled with a flint tool from the upper and lower side of the tooth respectively. Different techniques of making perforations may suggest different persons engaged in its production as well as different time of manufacture. Not all the teeth were found in a complete shape, showing traces of damages that could appear in the course of wearing (fig. 5).

Fig. 4.—Surface of root showing traces of damage.

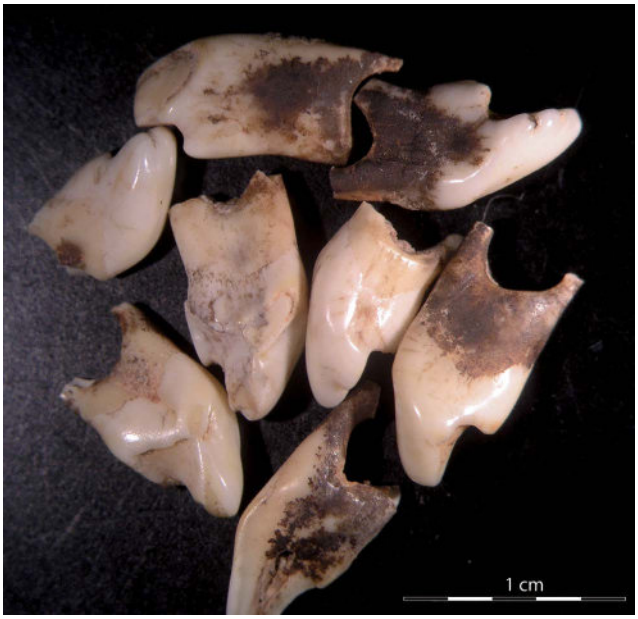


Fig. 5.—Broken perforated teeth.

Most of premolars were intentionally sawed on the crown side to split the tooth into half to make its shape and size similar to incisors (figs. 6 and 7). Similar behavior was recorded on Magdalenian sites in Gönnersdorf and Andernach-Martinsberg, also in the case of arctic fox tooth (Alvarez-Fernández, 2000:fig. 2).

Fig. 6.—Tooth showing traces of sawing.

Fig. 7.—Teeth showing traces of sawing.

Another issue is how were they wear. Ornaments made of arctic fox teeth are known from many Magdalenian sites (Płonka, 2012) and usually they are described as pendants. However, question arise whether they served as hangers or were sown to a cloth or other objects being its' part. Traces recorded on teeth' surfaces and around perforators often were ambiguous. In some cases recoloring and abrasion on both sides of a perforation suggest that second case (Vanhaeren and d'Errico, 2002:fig.10-10c, 10-11). Traces of similar character were recognized in the course of ethnographic research and were produced experimentally as well (Bonnardin, 2008, 2009). Above mentioned recoloring, usually brownish-redish, is also recorded in the case of perforated teeth from Wilczyce being placed both on flat surfaces and inside perforations (figs. 8 and 9). That can be explain by chemical properties of a cloth the teeth were fastened to. In the light of traceological research, it seems that perforated teeth from Wilczyce, fasten on both sides, were cloth' decoration rather than hangers. And certainly they were not used to make a necklace.

Fig, 8.—Tooth showing discolorations and dulling on the surface and along the edge.

Fig. 9.—Tooth showing discolorations and dulling on the surface and along the edge.

Another issue is how to interpret teeth deposit from Wilczyce. Due to the way it was recorded (see Irish, 2014) the relation of a prenatal child burial and the teeth deposit is not completely convincing as no traces of a grave pit survived. So its interpretation as a grave offering is only hypothetical. Teeth belonged to at least 31 adult individuals that most probably were not hunted by Wilczyce occupants around the site (Nadachowski *et al.*, 2014; Lasota-Moskalewska, 2014) and the teeth were collected for a longer time. Intensity of traces visible on every specimen point to a long time a dress was used after teeth fastening as well. The way and form they were found – complete and broken pieces clustered in one small spot – suggest that complete teeth were ripped off the cloth before deposition and put together with broken specimens (collected purposely) in a small sack made of organic material, like leather or bark. Accepting the relation of this deposit with a prenatal child burial (grave offering) one may pronounce a symbolic/magical meaning of fox teeth for Magdalenian societies playing distinctive and prestigious role in the burial practices (Vanhaeren and d'Errico, 2005).

REFERENCES

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, E. (2000): "Rheinische Kleinkunst: Die Schmuckgegenstände aus Gagat, Fuchszähnen und Hirschgrandeln von Gönnersdorf und Andernach-Martinsberg 2, Neuwied, Deutschland", *Archäologische Informationen* 23:1, pp. 143-147.

BONNARDIN, S. (2008): "From Traces to Function of Ornaments: Some Neolithic Examples", *Prehistoric Technology 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Report. International Series 1783, Oxford, pp. 297-308.

BONNARDIN, S. (2009): *La parure funéraire au Néolithique ancient dans les Bassins parisien et rhénan. Rubané, Hinkelstein et Villeneuve-Saint-Germain,* Société Préhistorique Française, Mémoire XLIX, Paris.

BOROŃ, T. (2014): "Bone and Antler Implements", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 269-290.

BOROŃ, T., KRÓLIK, H. and KOWALSKI, T. (2014): "Female Figurines", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 319-335.

IRISH, J. D. (2014): "The Human Perinatal Skeleton from Wilczyce", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 369-381.

IRISH, J.D., BRATLUND, B., SCHILD, R., KOLSTRUP, E., KRÓLIK, H., MAŃKA, D., and BOROŃ, T. (2008): "A late Magdalenian Perinatal Human Skeleton from Wilczyce, Poland", *Journal of Human Evolution* 55, pp. 736-740.

KRÓLIK, H. (2014): "Chipped Flint and Quartzite Artifacts", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 173-240.

LASOTA-MOSKALEWSKA, A. (2014a): "Faunal Remains", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 105-117.

LASOTA-MOSKALEWSKA, A. (2014b): "The "Necklace" of Wilczyce. Biological Assessments of the Pendants Made of the Artic Fox Teeth", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 343-346.

NADACHOWSKI, A., BRATLUND, B., TOMEK, T., MĘKINA, B., STWORZEWICZ, E. and SZYNDLAR, Z. (2014): "Faunal Remains from Wilczyce and Paleoecological Reconstruction of the Area at the End of Pleniglacial", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 119-135.

PŁONKA, T. (2012): *Kultura symboliczna społeczeństw łowiecko-zbierackich środkowej Europy u schyłku paleolitu,* Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław

SCHILD, R. (2011): "Wilczyce, un campement de de chasseurs du Magdalénien supérieur en Pologne central", *Mille et une femmes de la fin des temps glaciaires,* Musée de Préhistoire, Les Eyzies de Tayac, Rmn – Grand Palais, pp. 120-131.

SCHILD, R. (2014a): "Introduction", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 17-28.

SCHILD, R. (2014b): "Taphonomy and chronology of the settlement", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 87-104.

SULGOSTOWSKA, Z. (2014): "The "Necklace" of Wilczyce. The Mystery of Perforated Arctic

Fox Teeth", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 339-343.

WINIARSKA-KABACIŃSKA, M. (2014a): "Feminine Flint Plaquettes. A Functional Perspective", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 335-338.

WINIARSKA-KABACIŃSKA, M. (2014b): "The "Necklace" of Wilczyce. Microscopic and Functional Analysis of Arctic Fox Tooth Pendants/Beads", *Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in southern Poland* (Schild, R., ed.), Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 346-356.

VANHAEREN, M. and D'ERRICO, F. (2002): "Chapter 10. The body ornaments associated with the burial", *Portrait of the Artist as a Child. The Gravettian Human Skeleton from the Abrigo do Lagar Velho and its Archaeological Context* (Zilhão, J., Trinkaus, E., eds.), Trabalhos de Arqueologia 22, Instituto Portugues de Archeologia, Lisboa, pp. 154-186.

VANHAEREN, M., D'ERRICO, F. (2005): "Grave goods from the Saint-Germain-la-Rivière burial: Evidence for social inequality in the Upper Palaeolithic", *Journal of Anthropological Archaeology* 24, pp. 117-134.

COMPLEXITY OF USE-WEAR TRACES FORMED ON FLINT PROJECTILE POINTS – A VOICE IN DISCUSSION

La complejidad de las huellas de uso en puntas de proyectil de sílex – Una contribución para el debate

GRZEGORZ OSIPOWICZ * and DOROTA NOWAK **

ABSTRACT In this paper we describe an experiment designed to provide guidelines for a detailed classification of use-wear traces formed on flint projectile points, resulting from striking a range of organic and non-organic materials. We verify the existing findings, and pay particular attention to microscopic damage (retouches, polish and striations). The list of traces characteristic for projectile points is formed mainly on the basis of morphology (current microscopic observations) and only indirectly on functional classifications. In the course of our experiment 122 arrowhead replicas were used: 33 points, 31 arrowheads with bifacial surface retouch, 26 trapezes and 16 composite arrowheads (made of a lateral inset/barb and point inset each). Our classification includes 22 diagnostic features, divided into 4 main groups: fractures, retouch, polish and striations. Among the fractures, the most characteristic were the complex splintered ones as well as certain types of fractures with retouch (especially those with spin-off spalls). Among the retouched ones and crush-outs the most abundant ones exhibited burin-like fractures and spin-off spalls, though retouches such as: toothed, splintered, post-impact and splintered from the shaft were considered as important too. Attention was also paid to slanting edge retouch, which is not found on other types of functional tools. Among the different types of polish special attention was given to those formed as a result of a tool's rapid friction against a hard material at the point of impact. Prime importance was given to patch-like and linear polish; large significance was also given to specific types of ridge and edge polish. Linear traces were found to be of little use for the interpretation of a projectile weapon's insets function. Our observations suggest that the identification of prehistoric projectile points may require a much more precise analysis than those hitherto conducted. Relying solely on the basic types of

* Institute of Archaeology, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland. *grzegorz.osipowicz@umk.pl*

** Institute of Archaeology, Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland. *munki@onet.eu*

Fecha de recepción: 29-06-2016. Fecha de aceptación: 5-01-2017.

post-impact traces is inadequate. Traces of this type are in fact only present on a small percentage of the total number of insets. In addition, some kinds of them formed only in specific circumstances, in which both the type of arrowhead and the kind of target were of importance.

Key words: Projectile Points, Use-Wear Analysis, Experimental Archaeology, Stone Age, Flint.

RESUMEN En este artículo describimos un experimento programado para proporcionar pautas para una clasificación detallada de las huellas de uso generadas en las puntas de proyectil de sílex por golpeo sobre una variedad de materiales orgánicos y no orgánicos. Verificamos los resultados existentes y prestamos especial atención al daño microscópico (retoques, pulido y estrías). La lista de trazas características de las puntas de proyectil se estableció principalmente sobre la base de la morfología (observaciones microscópicas actuales) y solo indirectamente a partir de las clasificaciones funcionales. En el transcurso del experimento se utilizaron 122 réplicas de puntas de flecha: 33 puntas, 31 puntas de flecha con retoque bifacial, 26 trapecios y 16 puntas de flecha compuestas (realizada cada una mediante la inserción de una punta y una barba lateral). Nuestra clasificación incluye 22 rasgos de diagnóstico, divididos en 4 grupos principales: fracturas, retoque, pulido y estriaciones. Entre las fracturas, las más características fueron los astillamientos complejos, así como ciertos tipos de fracturas con retoque (especialmente las producidas con levantamiento de esquirlas). Entre los retocados y los aplastados, los más abundantes mostraban fracturas burilantes y negativos de esquirlas, aunque retoques denticulados, astillados postimpacto y astillados del astil se consideraron importantes. También se prestó atención a los retoques en el filo que no se encuentran en otros tipos de útiles funcionales. Entre los diferentes tipos de pulidos, se prestó especial atención a los producidos como resultado de la rápida fricción del útil contra un material duro en el punto de impacto. Se dio una gran importancia al pulido lineal y al extenso; también se consideraron significativos los tipos específicos de pulido en aristas y bordes. Se encontró que las huellas lineales son de poca utilidad para la interpretación de la función de las inserciones de los proyectiles. Nuestras observaciones sugieren que la identificación de puntas de proyectiles prehistóricos puede requerir un análisis mucho más preciso que los realizados hasta ahora. Depender únicamente de los tipos básicos de estigmas posteriores al impacto es inadecuado. Las huellas de este tipo solo están presentes en un pequeño porcentaje del número total de inserciones. Además, algunos tipos de ellas se formaron solo en circunstancias específicas, en las que tanto el tipo de punta de flecha como el tipo de blanco tenían importancia.

Palabras clave: Puntas de proyectil, Análisis de huellas de uso, Arqueología experimental, Edad de Piedra, Sílex.

INTRODUCTION

The bow, arrows as well as the spear thrower and its projectiles are undoubtedly the most effective types of projectile weapons used by the prehistoric people. The spear thrower is the earliest; the oldest examples deriving from the Combe-Sauniere site in South-Western France, which are dated to 19.000-18.000 years BP (Junkmanns, 2001:7). The oldest known bows and arrows are known from

Stellmoor near Hamburg in Germany[1], where two pine bows and about a hundred arrows made of the same material were uncovered on a camp site dated to 12000 years BP (Comstock, 1992:86; Junkmanns, 2001:12). Here, archaeologists also discovered *ca*. 1000 reindeer (*Rangifer tarandus*) remains at the site, some of which still contained fragments of flint arrowheads (Bratlund, 1999:51). For a period of time both types of weapons were probably in parallel use, up until the Mesolithic when progressive forestation perhaps caused the spear thrower to be superseded by the – much more effective – bow. Nonetheless, harpoon heads (dart points) are uncovered on Mesolithic sites relatively frequently (Galiński, 2002:fig. 17) and the use of spear throwers in this period cannot be entirely excluded.

Both the arrows and darts were often armed with sharp flint points, the purpose of which was to enhance the penetration force of the projectile and to increase the damage caused by the impact. Arming of projectiles was conducted in two ways (of course, a choice of variations of these techniques was possible): with the use of a single point (which is most often the case with arrows) or with the use of a slotted organic point armed with series of flint barbs (fig. 1; see Galiński, 1997:227; compare, for example, Clark and Piggot, 1970:171; Nuzhnyi, 1993:41-53; Galiński, 2002:312). Such barbs are usually the only traces of projectile weapons that can

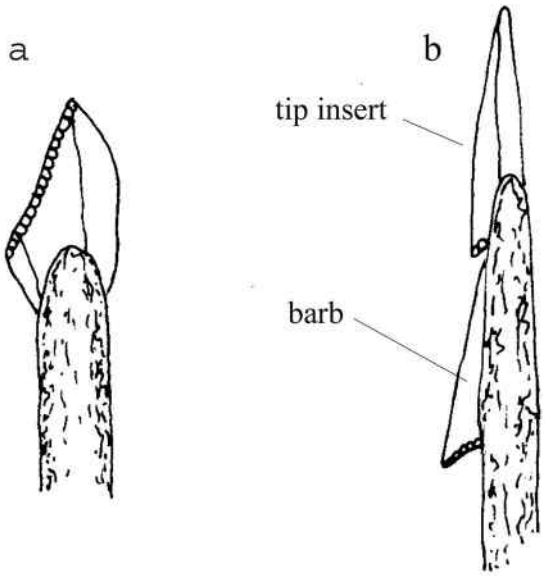


Fig. 1.— Basic ways of arrows arming in the Stone Age.

1. Results of some studies indicate the possibility of an even older fragment of a bow linked with the Magdalenian culture (Rosendahl *et al*., 2002). However, the function of the wooden object dated so, is debatable.

be found on archaeological sites, which is why scholars have studied them for a long time. However, in Poland, they were mostly the subject of technological and typological/stylistic analysis. Such studies were undertaken by: Konrad Jażdżewski (1936:289), Jan Żurek (1953:19), Elżbieta Kempisty (1973:31-32), Romuald Schild (1975), Danuta Król (1983:235), Jolanta Małecka-Kukawka and Stanisław Kukawka (1984:16-19), Lucyna Domańska (1987), Janusz Czebreszuk (1996:54), Jacek Woźny (1996), Wojciech Borkowski and Mariusz Kowalewski (1997:208-210; Borkowski, 2002:267), Jan Michał Burdukiewicz and Béatrice Schmider (2000), Jerzy Libera (2001:22), Michał Kobusiewicz (2009), Katarzyna Pyżewicz (2012), Jacek Kabaciński, Iwona Sobkowiak-Tabaka and Małgorzata Winiarska-Kabacińska (2014), Damian Wolski and Mateusz Kalita (2015), as well as Kamil Serwatka and Felix Riede (2016).

Experimental studies of projectile points have a long tradition in Europe. Firstly, broader research was presented in the 1980s (e.g. Barton and Bergman, 1982; Moss and Newcomer, 1982; Bergman and Newcomer, 1983; Fisher *et al*., 1984; Odell and Cowan, 1986; Fisher, 1989; Geneste and Plisson, 1989). Subsequent works concentrated on artefacts of specific periods (e.g. Geneste and Plisson, 1989; Shea, 1993; Cattelain and Perpère, 1993; Crombe *et al*., 2001; Borgia, 2008; Grimaldi, 2008; Márquez and Muñoz, 2008; Pétillon *et al*., 2011; Lazuén, 2012; Rios-Garaizar, 2016; Rots, 2016). However, most of them have avoided the subject of enormous differentiation of use-wear damage of tools, providing only a general characterisation. Usually, only typical impact-caused damage was described (cf. van Gijn, 1989:45; Korobkova, 1999:102), as an effect of general acceptance of results obtained in the 1980s (Fisher *et al*., 1984; Fisher, 1989). Over the years, on the basis of archaeological and experimental studies a combination of criteria has been proposed that allowed to describe different kinds of damages observed on the projectile points. Two basic groups of traces were distinguished: visible to the naked eye (macroscopic) and identifiable only with the use of a microscope (Fisher *et al*., 1984:21-24, 27-31). The first one consists of so-called "diagnostic impact fractures" (DIF; cf. Barton and Bergman, 1982; Moss and Newcomer, 1982; Bergman and Newcomer, 1983), with typology leading to a large uniformity of this group and it is composed of a number of basic categories. Definitions and terminology used here was created for all flint objects, no matter what their function (Ho Ho Committee, 1979).

One of the diagnostic values shared amongst authors over the years were the following terms, flute-like and burin-like fractures (Witthoft, 1968; Barton and Bergman, 1982; Bergman and Newcomer, 1983). The first describes shallow, large and elongated scars whilst the second refers to a removal propagated along one of the lateral edges of a point. The term flute-like fracture seems to be one of the most confusing terms (compare Coppe and Rots, 2017:117) and some authors consider it to be a synonym of Fischer's bending fracture (Lazuén, 2012; Villa and Lenoir, 2009), while others consider it as a synonym of a spin-off (Clarkson, 2016).

Danish scholars distinguished two basic types of fracture traces (Fisher *et al*., 1984:22-23, fig. 4): cone fractures that resulted from a specific application of

force, located close to or in the zone of direct contact with the affecting material. These had a characteristic, concaved cross section and were not divided into further subgroups. The second group are bending fractures, formed also outside the zone of direct contact, as a result of force applied on a larger surface. Traces of this type are divided into 11 subgroups, based on differentiation of the terminations. Three of these were established to be the most commonly found on points (Fisher *et al*., 1984:23, fig. 5): hinge, feather and step terminating bending fracture (cf. Odell and Odell-Vereecken, 1980:100; Odell and Cowan, 1986:204; Crombe *et al*., 2001:258). According to the authors, fractures with a spin-off, divided into four basic variations accordingly to location of a spin-off and its extent (Fisher *et al*., 1984:25, fig. 7; Shea, 1988:442; Caspar and De Bie 1996:442), were most characteristic for projectile points. However, such fractures can also be found on other tool types (Fisher *et al*., 1984:24).

Damage characteristic for actual projectile points includes burin-like fractures, transversal fractures and crush-outs (Epstein, 1963:194-195; Odell and Odell-Vereecken, 1980:100; Odell, 1981:206; Odell and Cowan, 1986:204; Shea, 1988:442; Holdaway, 1989:80; Caspar and De Bie, 1996:442,444; Dockall, 1997:326-327; Crombe *et al*., 2001:260). The so-called lateral macro-fracture (Dockall, 1997:325-326) is very important for identification of points amongst trapezes (Nuzhny, 1990:116).

In recent years, most researchers continued to use (at least partly) presented above typological system (e.g. Lombard, 2005; Lombard and Pargeter, 2008; Lazuén, 2012; Wilkins *et al*., 2012; Chesnaux, 2014). And more recently, an important work was published by Justin Coppe and Veerle Rots (2017), in which the authors revealed numerous inconsistencies in fracture terminology over the years.

In comparison to the described classification, typology of microscopic (abrasive) traces was less developed. Registered linear polish was simply described as "elongated bright strips", and the scratches identified were characterized with the use of an imprecise term "very short" (Fisher *et al*., 1984:28), but presently, the issue of morphology and origin of striations formed on points is a bit more precise (e.g. Dockall, 1997:324; Lammers-Keijsers *et al*., 2015:460). Yet, it was properly assumed that traces of this type should be oriented parallel to the point's axis, with the exception of some cases, for instance tool distortion resulting from impact against a target. Abrasive damage also includes the rounding and blunting of edges or surfaces (Odell, 1975:229; Shea, 1988:443). However, such traces were assumed not to be useful – found alone they did not prove a tool to be a projectile point (Odell and Cowan, 1986:204; Rots and Plisson, 2014).

This method of classification of use-wear traces formed on projectile weapon insets was adopted in the literature and is still in use (Dockall, 1997; Crombe *et al*., 2001:258-259; Coppe and Rots, 2017 – see references therein for further reading). The selective approach to usefulness of different use-wear damage type (controversial concentration on macroscopic traces -cf. Caspar and De Bie, 1996:445-) and their characterisation with the employment of taxa created for analysis of different tool types were established here. Projectile weapon points and barbs (the functional ones)

were not utilised surely for typical household tasks (requiring a long term usage of the tool). Use-wear traces and damage formed on them are decisively different from those formed on other tool types. Thus, it can be assumed that the classification created and used now is not exhaustive. Probably, it might be possible to identify further categories on the basis of different typological criteria. Application of a new system of damage identification could allow for verification of some of the theories concerning prehistoric projectile points based on the traditional identification model.

The studied flint material was analysed using a Nikon SMZ-2T microscope-computer set. It permitted an objective magnification of up to 12.6x (actual magnification up to 120x) as well as computer digitalisation and conversion of optical images. The same setup was used to produce a part of the presented microscope photographs. The remaining, were prepared with the use of Zeiss-Axiotech microscope-computer set, which provides an objective magnification of up to 50x (actual magnification up to 500x). This set was used for observation and analysis of the structure of polish and striations. Analysed objects were cleaned with C_2H_5OH and washed with a detergent diluted in water.

The article is the modified version of the paper published recently in polish (Nowak and Osipowicz, 2012).

ARCHAEOLOGICAL EXPERIMENTS WITH PROJECTILE POINTS

Experimental studies of projectile points and barbs have advanced since their inception (e.g. Browne, 1940; Barton and Bergman, 1982:239-240; Fisher *et al*., 1984; Odell and Cowan, 1986; Shea, 1988:442; Fisher, 1989; Solecki, 1992; Caspar and De Bie, 1996:440-442; Crombe *et al*., 2001; Cheshier and Kelly, 2006; Grimaldi, 2008; Chesnaux, 2009, 2014; Gaillard *et al*., 2015; Lammers-Keijsers, 2015; Rots, 2016). Similar works were also performed in Poland (e.g. Dmochowski and Pyżewicz 2012; Serwatka 2018). Experiments with tools of this type were usually performed with great respect for and attention devoted to compliance with the experimental methodology. As a rule, shooting was undertaken with a prehistoric bow replica, against a whole animal body (Barton and Bergman, 1982:239-240; Fisher *et al*., 1984:20; Odell and Cowan, 1986:199; Shea, 1988:442; Fisher, 1989:35-36; Nuzhny, 1990:115; Caspar and De Bie, 1996:440; Crombe *et al*., 2001:258; Cheshier and Kelly, 2006:354-357). Usually, shots were also taken at objects the prehistoric projectile points could have encountered in case they missed the target, such as trees, bushes, grass and earth. In some cases, experimental projectile points were used for various activities designed to imitate the conditions of formation of post-depositional traces (trampling) or different type use-wear traces, such as cutting meat (Fisher *et al*., 1984:20). The number of tools used in the experiments was usually large enough to form a sufficient base for drawing conclusions on prehistoric specimens. For example, in the experiments conducted in Denmark 153 projectile points (mainly tanged points and trapezes) were shot, 85 of which were analysed with a microscope (Fisher *et al*., 1984:19). Conclusions were drawn from the microscopic examination

of 510 prehistoric arrowheads (Fisher, 1989:30). During the studies conducted by G. H. Odell and F. Cowan 80 experimental tools were shot, half of which were points with surface retouch (Odell and Cowan, 1986:199)[2]. P. Crombé and his colleagues used 183 insets of five types, all of which were microliths (Crombe *et al*., 2001:258). Results were used during microscopic analysis of 346 prehistoric microliths (Crombe *et al*., 2001:261).

The cited research is reliable, and most of the conclusions drawn from it are sufficiently argued. Thus, the experiment described below was subjected to use wear tests only, and adjusted to the conditions necessary to provide this type of work except a number of parameters that should be taken into account when experiments similar to those carried out in the Western Europe are carried out.

The experiment

Our experiment was conducted on 122 replicas of arrowheads and arrowhead insets, which were in use from the Final Palaeolithic to the Early Bronze Age. This assemblage was composed of 33 tanged points (primarily Swiderian), 31 arrowheads with bifacial surface retouch (mainly laurel-leaf forms), 26 trapezes (of various style) and 16 composite arrowheads (made up of a barb and a tip inset each fixed in a holder –organic, antler/bone part of the arrowhead). Several types of backed blades as well as triangular insets were also used.

Shafts of the arrows were made of beech (*Fagus* L.) wood. They were *ca*. 70 cm in length and had a diameter of *ca*. 1 cm. Points were set into 10-cm-long arrowheads attached to shafts by a sleeve (fig. 2). Five shafts were used during the experiment. Insets were attached by means of a water-soluble glue (it allowed for their easy removal), and (in some cases) birch tar obtained in experimental production, without the use of ceramics (Osipowicz, 2005). In parallel to the experiment, another one was conducted to study the utility of this binder. During the course of our experiment a flat bow with a draw weight of 19 kg was applied.

The target was built up to imitate an animal body. It was composed of a few subsequent layers: a boar hide (outer layer), meat (middle layer) and ribs with meat (inner layer). Using this type of target is a little unfortunate, because it does not fully reflect the situation of hitting the body of a real animal (whose acquisition proved to be impossible). However, using a target constructed of layers has certain advantages. It allowed us to trace the precise path of the target penetration by the arrowhead and the identification of all types of tissues in contact with the tool (which has obvious influences on the traces formed on it). To acquire use-wear traces of points, which have not been in contact with bone, a series of experiments with a leather shield was

2. Results of these works are only partially helpful towards the presented study, as the products used during their duration were made of chert, which is a material not found on the sites studied here. However, it is worth mentioning, that the results drawn from this experiment were very close to those achieved by Danish researchers.

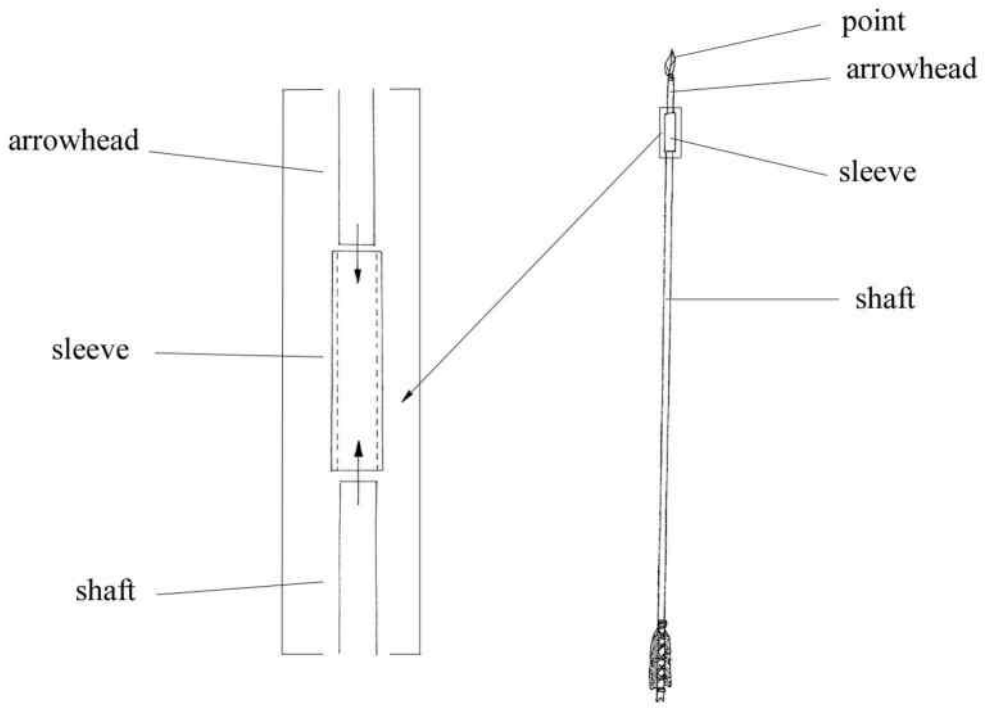


Fig. 2.— Diagram of arrow construction and ways of arrowheads' setting on shafts.

also conducted. It was constructed by placing two thick layers of bacon (ca. 5 cm each) onto a traditional straw target. This was covered with a wild boar hide (with fur) and set on a wooden easel. In addition, experiments were made with materials that could have accidentally been hit by prehistoric arrowheads. Hence, shots were taken against a wooden target (the trunk of a pine) and soil. Shooting was carried out from a distance of 10-15 m.

A total of 63 arrowheads were shot at the target imitating animal flesh, including 13 arrowheads with surface retouch, 10 tanged points, 17 trapezes, and 14 composite arrowheads. In the experiment with the leather target 9 tanged points and 2 composite arrowheads were used. A total of 24 arrowheads were shot at the wooden target: 3 tanged points, 13 arrowheads with surface retouch and 8 trapezes. In the experiment with a "soil target" 18 arrowheads were used: 11 tanged points, 5 arrowheads with surface retouch and 2 trapezes.

In the experiments conducted hitherto each arrowhead was used only once (e.g. Barton and Bergman, 1982:240; Fisher *et al*., 1984:20). Some of the experimental arrowheads analysed here were shot several times (table 1), concluding shooting usually after the arrowhead was severely damaged. As indicated by the results, flint arrowheads can be reused many times, even if they shot into thick skin, such as

that of elephants (Shea, 1988:442; Solecki, 1992:209)[3]. High resistance generated by such arrowheads is also confirmed by use-wear analysis conducted both on experimental specimens and prehistoric ones, indicating that the hunters of the Stone Age did not dispose of specimens fit for further use. Typical traces characteristic for arrowheads usually become clearly legible after a few shots (Odell, 1988:341; Shea, 1988:445; van Gijn, 2010:55). As can be concluded from the complexity of use-wear traces present on some of them, they were used repetitively until destroyed or lost. Ignoring this fact could have a major impact on the results of microscopic analysis of the prehistoric products.

Experimental results (table 1)

Arrowheads shot against a target made of hide, meat and bone stayed in the target, and some pierced through it and flew on. Most of the inset types used in this experiment (with the exception of trapezes) were fractured on the apex part (fig. 3)[4]. It was also observed that they had clearly visible crush-outs on cutting edges. Of 14 composite arrowheads, only nine penetrated the target to the depth allowing the formation of damage on barbs. In other cases, only the tip inset penetrated the target. Five of the barbs had no contact with the target and therefore were excluded from further analysis.

All the arrows released against the leather target pierced through it. As a rule, shooting ended once the inset/point was broken out. Among the arrowheads utilised, specimens with no clear macroscopic evidence of use dominated. There were only slight negatives and fractures visible on their apexes. Only two specimens (tanged points) were fractured in the middle part, and two barbs broken in the area of contact with the holder.

Approximately 3/4 of the arrowheads shot at a wooden target were stuck in it. More robust arrowheads (large tanged points and some points with surface retouch) have been broken or partially broken at the apex. Usually, the broken part remained in the target, from which it was picked out with a sharp stick. Less massive arrowheads usually broke in several places. Trapezes stayed in target without any major damage – only some flaking was macroscopically visible. During the experiment shafts were often split.

3. Similar observations were made for obsidian arrowheads (Cheshier and Kelly, 2006:357).

4. In order to precisely describe the location of the traces recorded on arrowheads three parts were distinguished: apex containing the blade tip (also called upper), middle and base (also called the lower part), incorporating the base part of the arrowhead inserted into the arrows shaft. Each section is about 1/3 of the arrowhead.

TABLE 1
GENERAL CHARACTERISTICS OF THE CONDUCTED EXPERIMENTS

Target type	*Inset type*	*No. of arrowheads*	*No. of shots*	*Min. No. of shots made with one arrowhead*	*Max. No. of shots made with one arrowhead*	*Comments*
Hide/meat/bone	Bifacial surface retouch arrowhead	13	13	1	1	10 arrowheads penetrated all of target's layers, 2 penetrated hide, meat and stopped in bone, 1 glanced off of bone, 1 split the shaft
	Point	10	12	1	2	6 arrowheads penetrated all of target's layers, 2 penetrated hide, meat and stopped in bone, 1 glanced off of bone, 1 penetrated only hide, 1 split the shaft
	Trapeze	17	20	1	3	7 arrowheads penetrated all of target's layers, 3 penetrated hide, meat and stopped in bone, 1 glanced off of bone, 5 penetrated only hide and meat, 1 glanced off of hide, 6 split the shaft
	Tip insert	14	16	1	2	10 arrowheads penetrated all of target's layers, 2 penetrated hide, meat and stopped in bone, 1 penetrated only hide and meat, in 1 case the type of hit is uncertain
	Barb	14	16	1	2	4 arrowheads penetrated all of target's layers, 2 penetrated hide, meat and stopped in bone, 1 glanced off of bone, 5 barbs had no contact with the target
Hide	Point	9	30	1	5	—
	Tip inset	2	2	1	1	—
	Barb	2	2	1	1	—
Wood	Bifacial surface retouch arrowhead	13	14	1	2	9 arrowheads pierced wood, 1 glanced off, 1 bounced off target, 3 split the shaft, in 2 cases the type of hit is uncertain
	Point	3	3	1	1	2 arrowheads pierced the target, 1 shattered against it
	Trapeze	7	7	1	1	All arrowheads pierced the target
Soil	Bifacial surface retouch arrowhead	5	8	1	3	—
	Point	11	48	1	15	—
	Trapeze	2	3	1	1	—

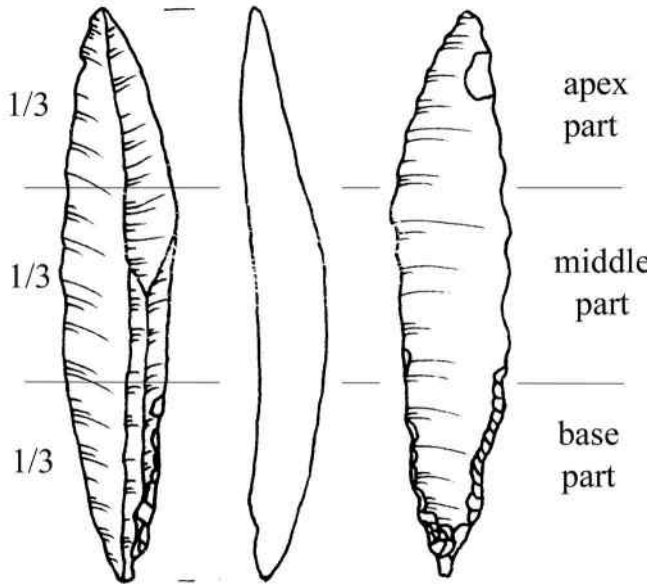


Fig. 3.—Diagram of arrowheads' construction.

The overall conditions of the tools that had been shot into soil varied. More robust arrowhead forms (tanged points) broke in several places, usually at the base. Of 11 tanged points, 8 broke in this region. Other specimens broke in the central part and at the base. Similar effects were observed on tools with surface retouch. Retouch was also formed on the apex parts. Of all the arrowheads used in the experiment, only trapezes did not break. Hitting the target by arrowheads resulted frequently in split of the arrow shafts.

Our results confirmed the remarkable efficiency of the trapezes (Fisher, 1989:38). No doubt they are amongst the most effective flint projectile points. In many respects (penetration strength, flight stability, durability during impact) the specimens used in the experiment clearly prevailed over other types of projectile points. Bifacial points seem to be less effective than trapezes, although they are more durable in comparison with unretouched tools (tanged points). The main advantage of tanged points is probably the simplicity of their production and possibility of quick supplementation of their losses. Searching for the ideal parameters of an arrowhead has no point, even though such attempts have been made in the past (Browne, 1940:209).

Use-wear traces observed on tools used in the experiment

The classification of use-wear traces formed on projectile points presented below is based on the results of our experiment. As in the older classifications, the main

goal was to identify all types of damage found on analysed arrowheads, and to find traces not present on tools used for other activities. However, unlike the Western classification, no rigid list of damages was searched for, rather an attempt to formulate a typology from the beginning was made (based on microscopic observations). The group of major taxa was based not only on shape and orientation of traces, but also their location, complexity and relationship with other types of damage. The use-wear terminology was based on the conceptual schemes developed by the Ho Ho Committee (1979:133-135), P. C. Vaughan (1985:10-13, Glossary), A. L. van Gijn (1989:16-20), H. Juel Jensen (1994:20-27) and G. F. Korobkova (1999:17-21). Comparative material for the observations consisted of a set of approximately 300 experimental tools used for various activities (cf. Osipowicz, 2010:38-39).

All of the arrowheads used in the experiment were subjected to microscopic analysis. This led to the formation of four main groups of use-wear traces found on projectile points: fractures, retouch and crush-outs, polish, and striations. This division differs somewhat from the commonly accepted classification (division of the group of fractures and use retouch), yet in the light of observations made this appears to be justified as it facilitates the typologisation of utility damage. Coexistence of specific damage types means that the presence of one type of retouch did not exclude the presence of other variations.

Use-wear traces generated on points and barbs are essentially identical, and therefore will not be described separately. They differ only in location. The top part of a barb is protected by shaft. Thus, it usually does not fracture and all of use-wear traces form at a distance from it (usually not found in parts originally contained within the holder —cf. Caspar and De Bie, 1996:444).

Fractures (DIF) (A)

The term fracture is defined as the breaking of an arrowhead into two or more parts (Inizan *et al*., 1999:142), with a cross-section generally corresponding to the one of the original tool. The length of the part broken off (measured perpendicular from the fracture) is equal to its thickness, with a minimum value of at least 3 mm[5]. Exceptions to this are some longitudinal and oblique fractures where the transversal cross-sectional of individual parts may be different from the original tool's cross-section[6]. Fractures may be accompanied by various types of use retouch.

5. Fragments of length lesser than the accepted limit and which did not correspond to the proportions between he length and thickness adopted for the broken parts were treated as utilitarian retouch.

6. In some cases, distinguishing a fracture from an intentional tool fixing retouch can be a problem. It is assumed that the fracture surface is gently rounded and, what is characteristic, one of its edges has a sharp lip or a negative of one in the form of a recess (Epstein, 1963:194).

Most of the arrowheads used in the experiments were fractured in some way. It was usually the result of hitting the target; some tools, however, were broken during their removal from the target (in case of the wooden one). Fractures occurred in various parts of the arrowheads. In most cases they were found in the apex and the central part, less often in parts within the arrow shaft (base). Some of the arrowheads were completely crumbled. Observations allowed the distinction of four basic types of fractures encountered on projectile points.

A1. Simple fractures: simple fracture into two or more parts. As a rule – not accompanied by any use retouch. Only occasionally small isolated scalar-like negatives can be seen on the surface of the fracture (fig. 4; fig. 5a).

A2. Fractures with retouch: fractures accompanied by retouch of various types, starting out from a fracture towards the dorsal or ventral side of the tool (fig. 4). Spin-off spalls are often found here.

A3. Complex, splinter fractures: fractures often causing complete destruction of the point. Besides fracturing into many parts, its "delamination" is often caused too. Arrowhead shards are covered with splinter retouch (fig. 4).

A4. Fractures from the shaft: fractures at the contact point of the arrowhead and the shaft's edge or within latter which is sometimes accompanied by retouch of splintered character and a burin-like fractures (cf. Epstein, 1963:194). In some cases, the fracture is in the form of a Ω-shaped negative[7] (fig. 4). Fractures of this type arise on arrowheads when hitting the target at an angle even slightly deviating from zero (Holdaway, 1989:80).

Retouch and crush-outs (B)

Use retouch, also known as microchipping, microflaking, edge scarring, utilisation damage, edge damage, edge removals (Keeley, 1980:24-25; Vaughan, 1985:10-11; Korobkova, 1999:17) is an edge or surface chipping that does not follow the definition of a fracture. It forms on the edge of a tool under the influence of pressure (see Odell, 1975:229). Depending on the work being done until now it is assumed that the total length of its component negatives should not exceed 2 mm (Keeley, 1980:24-25; Osipowicz, 2010:26). The specificity of use-wear traces formed on arrowheads makes the introduction of such limit impossible.

Retouch, crushing and crush-outs constitute the most characteristic type of use-wear traces found on flint arrowheads – it was observed on all experimental specimens. Moreover, this group of traces is very diverse (Caspar and De Bie, 1996:444; Lazuén, 2012:2305). This is probably due to differences in shapes of arrowheads as well as different types of targets. Basically, three main places of

7. See B10 type retouch.

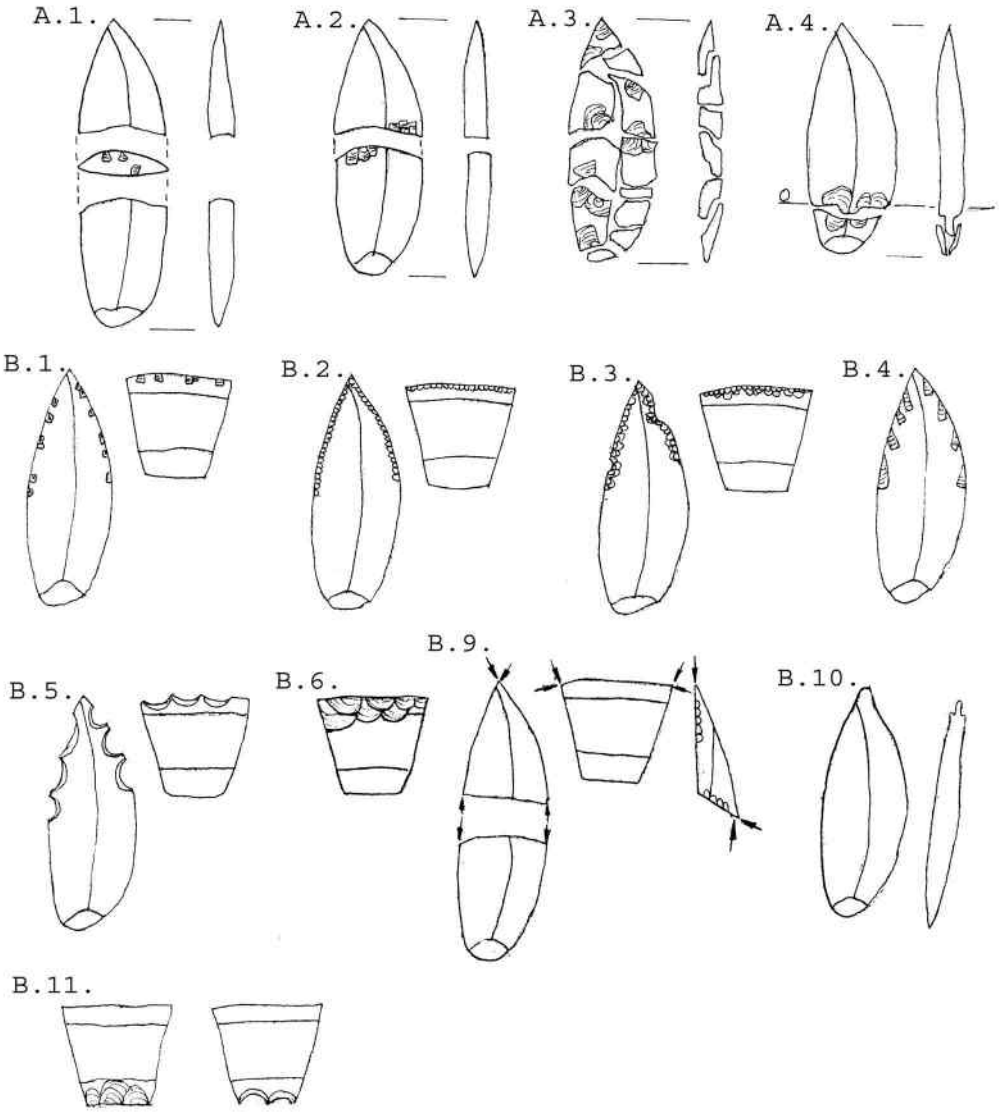


Fig. 4.— Types of fracture and retouch observed on experimental flint arrowheads.

retouch formation can be found: the tip and cutting edges of the point, areas situated directly near the fracture and the part of the point contained within the shaft. Burin-like fractures were also included in this group, as well as the so-called Ω-shaped negative/spin-off spalls (cf. Odell and Cowan, 1986; Korobkova, 1999:102; Lazuén, 2012:2305).

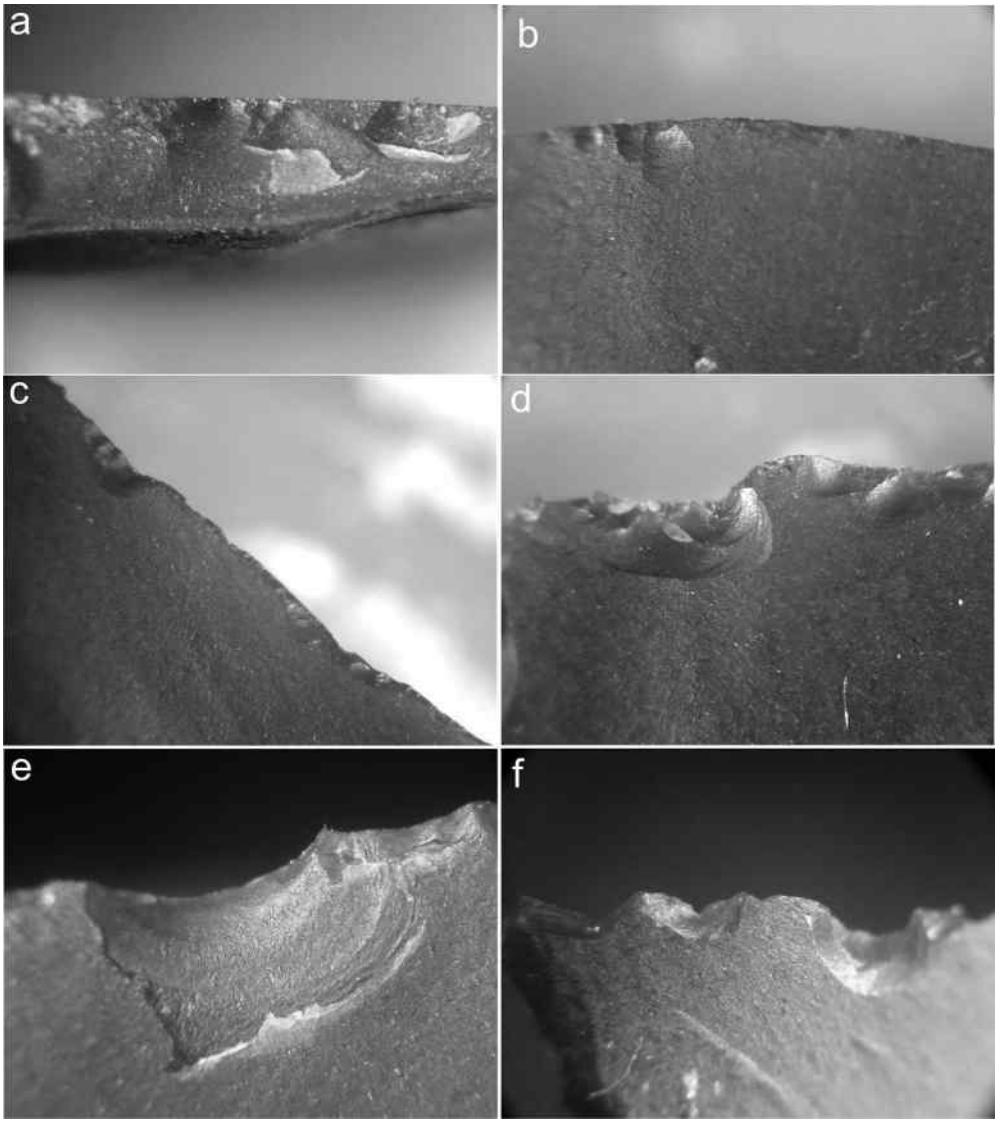


Fig. 5.— Use wear traces observed on experimental arrowheads: a) Simple fractures A1 (x20; ob.20); b) Simple discontinuous, edge retouch B1 (x20, ob. 20); c) Simple continuous, edge retouch B2 (x30, ob. 20); d) Complex edge retouch B3 (x20, ob. 20); e) Slanting edge retouch B4 (x20, ob. 20); f) Toothed retouch B5 (x20, ob. 20).

B1. Simple discontinuous edge retouch (wide/regular and irregular): occurs on the cutting edges of the point or its blade (trapezes) in the form of a single or (rarely) grouped scalar-shaped negatives with feather termination (fig. 4; fig. 5b).

B2. Simple continuous edge retouch (close/regular and irregular): occurs on the lateral (cutting) edges of the point or on its blade (trapezes) as a fine, single-step,

irregular continuous retouch usually covering a larger part of the working edge (fig. 4). Negatives are usually feather-like terminated, although in some cases step and hinge termination occurs. Sometimes retouch gives the edge a saw-like appearance which, however, can only be observed under the microscope (fig. 5c).

B3. Complex edge retouch (close/irregular and wide/irregular): occurs on the point's cutting edges. This is a multi-step retouch, with grouping negatives with step and hinge termination, and less than in previous cases, feather terminations. Retouch is often accompanied by crush-outs (fig. 4; fig. 5d).

B4. Slanting edge retouch: simple, usually single-step retouch, with negatives arranged obliquely to the cutting edge of the point, which usually terminate step- or hinge-like (fig. 4; fig. 5e).

B5. Toothed retouch (close regular/irregular): simple retouch with negatives arranged perpendicular to the cutting edge of the point, occurring singularly on the cutting edge or, in the case of trapezes, on blades. The retouch gives the cutting edge a saw-like profile (fig. 4; fig. 5f).

B6. Splinter, post-impact retouch (close/regular and wide/irregular): complex splinter retouch, found on points with perpendicular working edge (trapezes). Characterised by single or grouped negatives, with step and hinge terminations (fig. 4; fig. 6a).

B7. Simple, fracture neighbouring retouch (close/regular): visible as a fine, one-step, multi-negative retouch of scalar-like negatives (with feather or, less often, hinge terminations) starting out from the fracture and progressing onto the dorsal or ventral side of the point (fig. 6b).

B8. Splinter, fracture neighbouring retouch (close/irregular): splinter retouch neighbouring post-impact fractures. Characterised by multi-step, single or grouped negatives, coming out of the fracture. Most of them have step or hinge terminations (fig. 6c).

B9. Burin-like fractures: occurs at the apex, on trapezes in place of blades' contact with retouched edges and on barbs, or accompanies fractures and may differ in size (fig. 4 – places of occurrence of burin-like fractures marked with an arrow). It is formed as a result of direct impact or various types of pressure force (pressure at the base when hitting the target, on barbs when extracted). Usually has hinge or step termination (fig. 6d).

B10. Ω-shaped negative (spin-off spall): characteristic, tongue-like negative with hinge or step termination cutting off the apex, present on one or both sides of the tool (fig. 4; fig. 6e) (see Fischer *et al*., 1984:fig.3b,c; Korobkova, 1999:102).

B11. Splinter retouch, from the shaft (usually close/irregular): visible in the form of a single or grouped negatives of splinter character (fig. 4); usually two-sided, formed due to the pressure of the shaft on the point during impact (compare Shea, 1988:443).

B12. Various peck ness of the point's tip: fine, varying size, tightly packed and overlapping negatives concentrated around the working edge, forming a rough/course, porous surfaces (Korobkova, 1999:18) (fig. 6f).

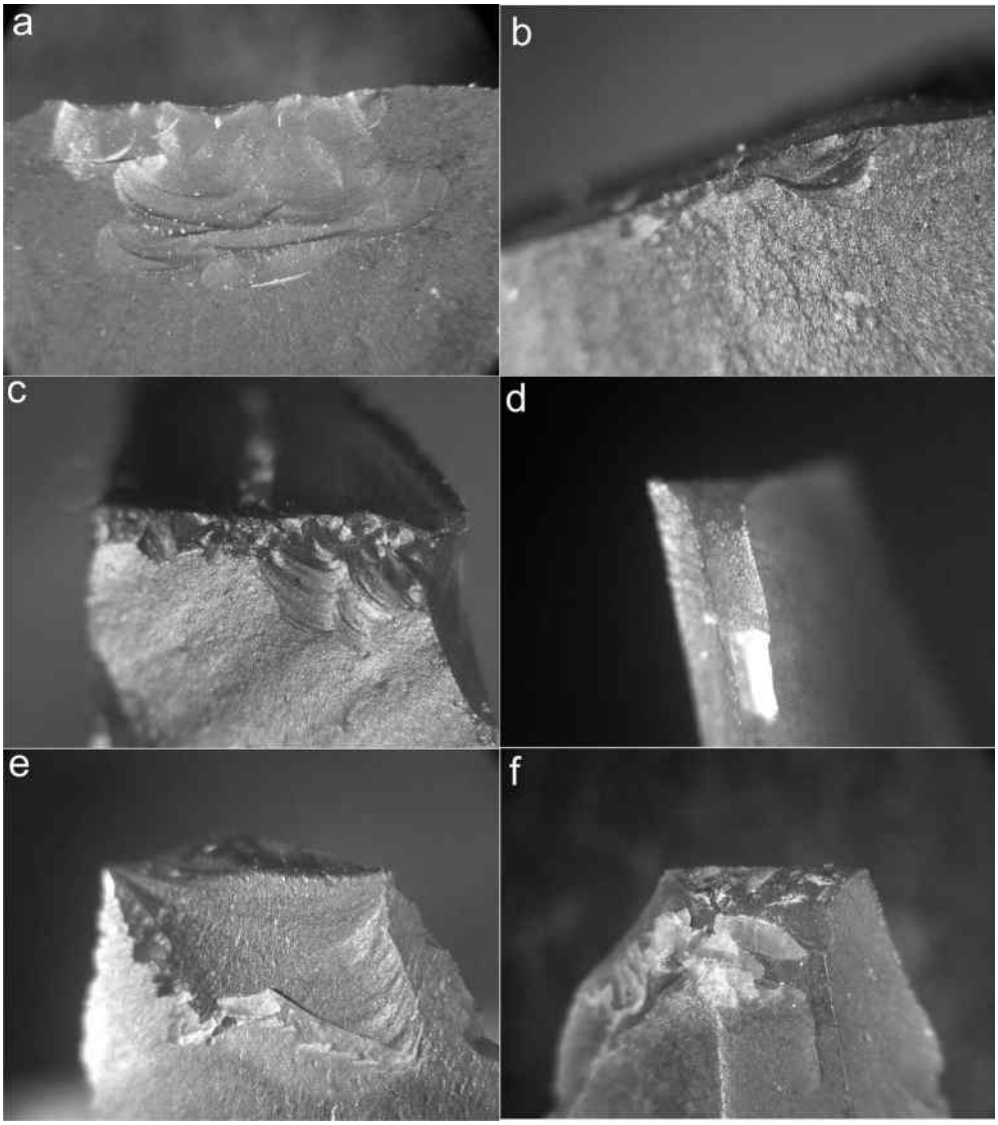


Fig. 6.— Use wear traces observed on experimental arrowheads: a) Splinter, post-impact retouch B6 (x10, ob. 10); b) Simple, fracture neighbouring retouch B7 (x40, ob. 20); c) Splinter, fracture neighbouring retouch B8 (x20, ob. 20); d) Burin-like fractures B9 (x30, ob. 20); e) Ω-shaped negative (spin-off spall) B10 (x20, ob. 20); f) Various peck ness of the point's tip B12 (x10, ob. 10).

Polish (C)

Contrary to what one would expect, polish rarely manifests itself on arrowheads. It was observed only on 36.2% of the specimens. However, when present it is

characteristic enough to distinguish it from the types observed on other kinds of tools. Polish is present only on these parts of the arrowhead that are in direct contact with the target (the blade of the point, cutting edges) or within the shaft (fig. 7), and often is (especially in case of prolonged usage of a tool) of abrasive character (i.e. abrasive polish, see Odell, 1975:229; Shea, 1988:443). Types of polish observed (structure, glossiness, etc.) depend on the type of material hit by the arrowhead.

Basic types of polish observed on experimental arrowheads:

C1. Patch-like, linear polish: polish-abrasion covering only the upper part of micro relief of the flint, or shearing it (fig. 8a). If well developed, its topography is domed or flat; it may be of a varying reflectivity (which is usually quite bright) and texture.

C2. Edge polish: flowing, surface polish, visible as a line or a band along the cutting edges of an arrowhead. Penetrates the micro relief (fig. 8b). Developed, it has domed or cratered topography, typically a smooth texture, and may be of a varying reflectivity. As a rule, it is invasive.

C3. Polish on ridges: bright, sometimes oily (hide) polish shearing flint's micro relief, found on internegative ridges (fig. 8c). Similarly, as the previously described types of polish, it can have varying topography, texture and reflectivity.

C4. Surface polish: pale, linear polish of fleshy character, penetrating micro relief of the flint (fig. 8d). In most cases, it is of atypical initial polish character.

Striations (D)

Striations were rarely preserved (25% arrowheads) and come in two basic forms:

D1. Related to polish: grouped striations and scratches of varying length, thickness and depth. Always found within the borders of polish (fig. 8e).

D2. Not related to polish: single or sometimes grouped scratches of varying thickness and length, occurring independently of the polish (fig. 8f).

DISCUSION AND CONCLUSIONS

The list of use-wear traces observed on the insets is long. A natural question arises: which of them are the most distinctive, and which should be considered less important?

Approximately 32% (n = 32) of the experimental arrowheads where fractured (table 2)[8]. In this group similar amount of simple fractures A.1 (9.4%, n = 11), fractures with retouch A.2 (10.2%, n = 12) and complex, splintered fractures A.3

8. Similar results were achieved also in other studies (Fisher *et al*., 1984:25; Odell and Cowan, 1986:204; Crombe *et al*., 2001:260).

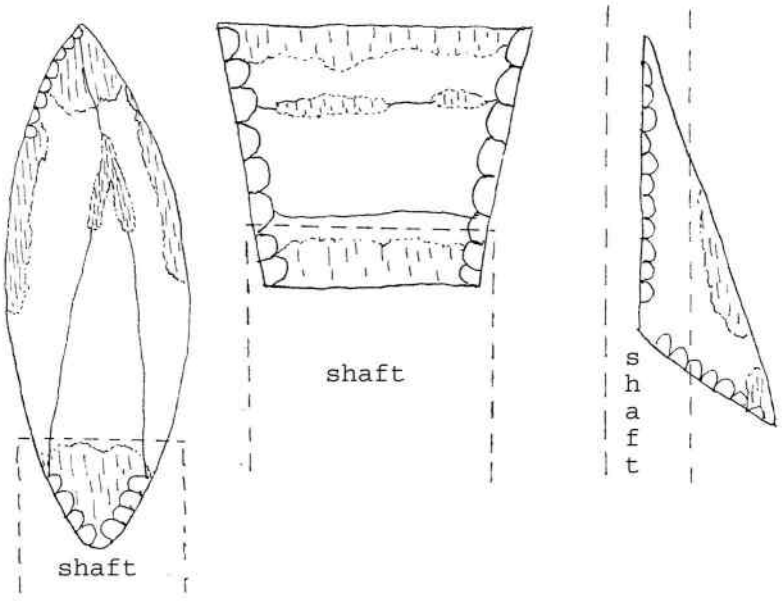


Fig. 7.—Locations of polish and striations formed on flint arrowheads.

(9.4%, n = 11) were found. Their numerical superiority over fractures from the shaft A.4 (6%, n = 7) is not sufficient to recognise them as more typical than other types. No major differences were registered between fractures of various types of arrowheads. A slight advantage of simple fractures on barbs is noticeable, though, as with complex splinter fractures on points (table 2). The analysed sample is too small to determine whether we are dealing with a regularity. Interesting observations were made during the analysis of traces formed on arrowheads shot against various targets. It is noticeable that fractures with retouch A2 are almost twice as numerous when compared to those arrowheads used against the leather target (table 2). They did not occur on all of the specimens shot into the soil, where simple fractures A1 dominated (not present on those used in experiment with the leather target). Complex splinter fractures A3 were primarily identified on the specimens used in the experiment with targets made of hide, flesh and bone (14.3%, n = 9). Traces of this type did not occur on arrowheads shot into the soil or leather target and are only present on two arrowheads shot into the wooden target.

Use retouch was formed on over 79.5% (n = 93) of the experimental arrowheads. In the group of edge retouch, the simple discontinuous B1 is predominant; it was identified on 23.9% (n = 28) of specimens. Others in relatively high proportions are slanting edge B4 (11.9%, n = 14) and toothed retouch B5 (11.1%, n = 13). Over 28% (n = 33) of the observed arrowheads had burin-like fractures; it is the most numerous type of use-wear retouch present on the studied material. Approximately 24% (n =

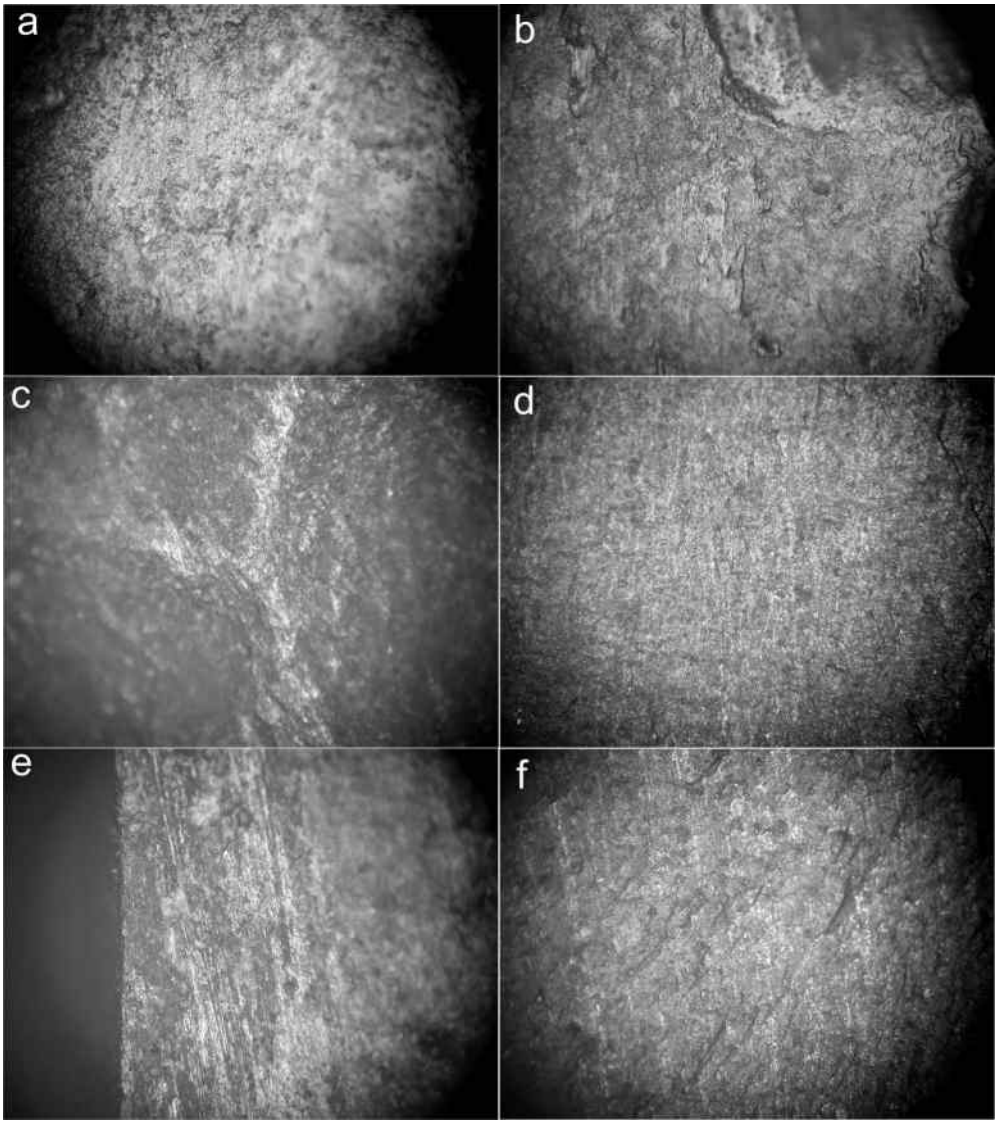


Fig. 8.— Use wear traces observed on experimental arrowheads: a) Patch-like, linear polish C1 (x65, ob. 5); b) Patch-like, linear polish C1 (left side) and edge polish C2 (right side, near the cutting edge) (x250, ob. 20) C2 (x250, ob. 20); c) Polish on ridges C3 (x65, ob. 5); d) Surface polish C4 (x65, ob. 5; e) Striations related to polish D1 (x65, ob. 5); f) Striations not related to polish D2 (x65, ob. 5).

28) of the points bear Ω-shaped spin-off negatives; splinter retouch from the shaft B11 was recorded on 15.4% (n = 18) of specimens. Other types are less common.

None of the retouch types can be considered as characteristic for all of the arrowheads. However, there were certain regularities worth mentioning. Over 51.5%

TABLE 2
SUMMARY OF SHARE OF USE-WEAR TRACES REGISTERED ON SETS OF ARROWHEADS SHOT AT VARIOUS TYPES OF TARGETS AS WELL AS OF MORPHOLOGIC TOOL GROUPS (PERCENTAGES GIVEN IN PARENTHESES)

		Use wear traces																					
		A1	*A2*	*A3*	*A4*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*B6*	*B7*	*B8*	*B9*	*B10*	*B11*	*B12*	*C1*	*C2*	*C3*	*C4*	*D1*	*D2*
Target types	Hide, meat and bone	5 (7,9)	4 (6,3)	9 (14,3)	4 (6,3)	14 (22,2)	2 (3,2)	1 (1,6)	8 (12,7)	6 (9,5)	3 (4,7)	2 (3,2)	5 (7,9)	21 (33,3)	13 (20,6)	10 (15,9)	3 (4,7)	1 (1,6)	4 (6,3)	3 (4,7)	2 (3,2)	1 (1,6)	10 (15,9)
	Wood	2 (8,7)	4 (17,4)	2 (8,7)	1 (4,3)	3 (13)	3 (13)	—	2 (8,7)	4 (17,4)	—	3 (13)	1 (4,3)	6 (26)	5 (21,7)	5 (21,7)	2 (8,7)	3 (13)	3 (13)	1 (4,3)	2 (8,7)	3 (13)	3 (13)
	Soil	4 (22,2)	—	—	1 (5,5)	8 (44,4)	—	—	2 (11,1)	1 (5,5)	1 (5,5)	1 (5,5)	—	2 (11,1)	4 (22,2)	2 (11,1)	1 (5,5)	6 (33,3)	6 (33,3)	6 (33,3)	4 (22,2)	4 (22,2)	4 (22,2)
	Hide	—	4 (30,7)	—	1 (7,7)	5 (38,4)	5 (38,4)	—	2 (15,4)	2 (15,4)	—	1 (7,7)	1 (7,7)	4 (30,7)	6 (46,1)	1 (7,7)	—	—	7 (53,8)	3 (23,1)	—	—	5 (38,4)
Arrowhead types	Point	4 (12,1)	4 (12,1)	2 (6)	3 (9,1)	17 (51,5)	4 (12,1)	—	6 (18,2)	3 (9,1)	—	3 (9,1)	—	5 (15,2)	14 (42,4)	2 (6)	1 (3)	3 (9,1)	12 (36,4)	7 (21,2)	3 (9,1)	2 (6)	10 (30,3)
	Tip inset	2 (12,5)	2 (12,5)	3 (18,7)	—	2 (12,5)	2 (12,5)	—	3 (18,7)	—	—	1 (6,2)	1 (6,2)	8 (50)	5 (31,2)	—	—	—	1 (6,2)	1 (6,2)	2 (12,5)	—	5 (31,2)
	Barb	2 (18,2)	1 (9,1)	—	1 (9,1)	3 (27,3)	—	—	3 (27,3)	—	—	—	1 (9,1)	5 (45,4)	—	—	—	—	3 (27,3)	1 (9,1)	—	—	2 (18,2)
	Trapezes	—	—	3 (11,5)	—	6 (23,1)	1 (3,8)	1 (3,8)	—	9 (34,6)	4 (15,4)	—	2 (7,7)	12 (46,1)	—	15 (57,7)	—	4 (15,4)	—	—	2 (7,7)	4 (15,4)	4 (15,4)
	Bifacial surface retouch arrowhead	3 (9,7)	5 (16,1)	3 (9,7)	3 (9,7)	2 (6,4)	3 (9,7)	—	2 (6,4)	1 (3,2)	—	3 (9,7)	3 (9,7)	3 (9,7)	9 (29)	1 (3,2)	5 (16,1)	3 (9,7)	4 (12,9)	4 (12,9)	1 (3,2)	2 (6,4)	1 (3,2)
	In total	11 (9,4)	12 (10,2)	11 (9,4)	7 (6)	28 (23,9)	10 (8,5)	1 (0,8)	14 (11,9)	13 (11,1)	4 (3,4)	7 (6)	7 (6)	33 (28,2)	28 (23,9)	18 (15,4)	6 (5,1)	10 (8,5)	20 (17,1)	13 (11,1)	8 (6,8)	8 (6,8)	22 (18,8)

(n = 17) of tanged points formed simple discontinuous edge retouch (B1). Quite often, it also occurs on the barbs (27.3%, n = 3) and trapezes (23.1%, n = 6; table 2). The toothed retouch B5 is very characteristic for the latter (34.6%, n = 9). Other types of retouch, not found on any other groups of points, were recorded here as well: post-impact splinter retouch B6 (15.4%, n = 4), especially numerous retouch from the shaft B11 (57.7%, n = 15) and complex/edge retouch B3 (3.8%, n = 1). For the barbs, the slanting edge retouch seems to be of some significance B4 (27.3%, n = 3). It is also quite frequent on the other types of arrowheads (table 2). Around half of the experimental barbs (45.4%, n = 5), trapezes (46.1%, n = 12) and point insets (50%, n = 8) have burin-like fractures B9 (table 2). On tanged points they are replaced by spin-off negatives B10 (42.4%, n = 14), frequently found also on tip insets (31.2%, n = 5) and arrowheads with surface retouch (29%, n = 9). Most of the peck ness of the point tips B12 were also observed on the latter (16.1%, n = 5).

It is worth noting that retouch and crush-outs found on tools shot against different types of targets vary (table 2). The B2 retouch is characteristic for the leather target (38.4%, n = 5) and rarely on other cases. The spin-off spalls B10 are more than twice as numerous here (46.1%, n = 6) as on arrowheads shot against other types of targets. This is probably due to the destruction of this type of trace by more invasive chipping and fractures formed on tools interacting with targets built of harder materials. Relatively numerous are B1 (38.4%, n = 5) and B9 (7%, n = 4) retouch types. There were no B3, B6 and B12 retouches. On arrowheads shot into the soil target the B1 retouch (44.4%, n = 8) and spin-off spalls (22.2%, n = 4) were identified most often. No trace of B2, B3 and B8 types were registered. In cases in which target consisted of hide, meat and bones B1 type retouch seems to be significant (22.2%, n = 14), as well as others, i.e. B9 (33.3%, n = 21), B10 (20.6%, n = 13) and B11 (15.9%, n = 10). On arrowheads used in experiments with the wooden target a large proportion of B5 (17.4%, n = 4) and B7 (13%, n = 3) types was observed. Similarly, as in the case of targets built of hide, flesh and bones, the B9 (26%, n = 6), B10 (21.7%, n = 5) and B11 (21.7%, n = 5) type retouches are very important.

Among the polishes on the edge, one predominated (C2 - 17.1%, n = 20; table 2). It was most often recorded on tools that had contact only with leather (53.8%, n = 7). Less numerous is the ridge polish C3 (11.2%, n = 13) and patch-like, polish-abrasion C1 (8.5%, n = 10). The first one was recorded mainly on tools shot into the soil (33.3%, n = 6) and slightly less often on leather (23.1%, n = 3). Only occasionally it occurred on specimens used in experiments with a target made of wood (4.3%, n = 1) and animal hide, meat and bones (4.7%, n = 3). The second type of polish was also most often formed as a result of contact with the soil (33.3%, n = 6). It was not recorded on points shot against a leather target. Tools least numerously represented are those with a surface polish C4 (6.8%, n = 8), which was also not registered on specimens used in the experiment with the leather target.

Striations were observed only on certain insets. More numerous are striations not related to polish D2, which were found on 18.1% (n = 22) of used tools (table 2). They were formed mainly on arrowheads shot against a leather target (where they

are particularly numerous –38.4%, n = 5)[9] or soil (22.2%, n = 4). Striations related to polish were observed only in less than 6.8% (n = 8) of specimens. They are not visible on tools that had contact with leather only (table 2).

The results of the conducted analysis indicate that it is not possible to create an exhaustive list of use-wear traces typical for the all types of arrowheads. Their great diversity is associated with a huge amount of variables affecting the tools, resulting from their shape, type of target, force and type of impact, etc. Different types of damage are concomitant with each other in various frequencies and configurations. Some suggestions can be made here the verification of which should solve the described problem:

Arrowheads fracture in different places and in many ways (Holdaway, 1989:80; Solecki, 1992:209). Despite their smallest number, complex, splinter fractures (A3) should be considered most characteristic for arrowheads, as traces of this type are not found on tools used for other tasks. In most cases, they are formed as a result of forces exerted on the tip in case of impact. As mentioned previously, some of the A2 fractures with retouch are also very characteristic (especially those with spin-off spalls). Other types of these are less important, mainly because they are also found on other types of functional tools. In the group of retouch and crush outs, burin-like fractures (B9) are of fundamental importance, the same as spin-off spalls (B10). As it was already indicated, both types of traces are generally considered as the main indicator of described functions. However, the B5, B6 and B11 retouches seem to be equally important (especially for the interpretation of trapezes function). The B4 retouch should be mentioned here, as it (same as B6 and B11 traces) is usually not found on other tools (especially if the negatives of which it is composed are tilted in one direction).

Polish on arrowheads occurs rarely. However, a special role is played here by the kinds of polish originating from fierce friction of the tool against a hard material at the time of impact. Mainly the C1 type polish is formed in this way, although some types of C3 and, to a smaller degree, C2 polish can also be formed like this. Traces of C1 and C3 types are rarely found on other types of functional tools, which increase their interpretative value. Yet, taking into account the fact that sometimes they do occur (especially in the case of perforators and chisels), these polish types should never be interpreted independently, but only in the context of other types of use-wear traces.

Striations form on all types of functional tools. In most cases, they are very similar to each other so that their cognitive value is small (especially when asking about the kind of worked material). During the functional analysis of projectile points, the most important information concerning such traces is their location and orientation. Very often, the extent of such traces on tools excludes the possibility

9. They were probably formed as a result of the points' contact with sand trapped in fur on the hide.

of their use in any other type of work. It is not significant here whether they occur within or outside the polish.

Considering the observations, it can be suggested that identification of some prehistoric tools of this type may require much more rigorous analysis than the one just conducted. In the light of the data relying solely on the basic types of post-impact traces (such as Ω-shaped negatives) it seems to be insufficient. Traces of this type occur only on a small percentage of arrowheads. Additionally, some types of traces form only in specific conditions, in which are important both the type of arrowhead and the kind of target. They are not found on tools of different type, or such that are subject to other work conditions.

The list of presented types of use-wear traces typical for projectile points is not complete. It is only a preliminary proposal formulated on the basis of a small number of experiments, which may raise reasonable doubt. Future analyses will strengthen the argument and verify and supplement and existing guidelines. However, we can put forward some suggestions that extend our knowledge concerning the destruction processes and formation of use-wear traces of such tools. Perhaps further analyses conducted in this direction will help (which is suggested by some observations made here) to create a more precise characterisation of traces typical for different types of flint arrowheads, and various types of targets. After all, the existence of differences in this regard was already considered earlier (cf. Shea, 1993:22).

Analysing the conclusions of a traceological character formulated by Western scholars and comparing them with the results of work described here, we cannot agree with the statement that polish and striations recorded on arrowheads are usually formed as a result of friction with fragments of flint tool fractured from its surface or from contact with dirt (Nance, 1971:363; Odell, 1975:229; Fisher *et al*., 1984:28; Dockall, 1997:322 and further literature therein). In some cases, it is present though some traces may also be formed as a result of contact of the point with the material being struck. This type of damage certainly includes edge and surface polish, and in some cases those occurring on the ridges too. Among others, this is testified by their scattered and less invasive structure, but also their similarity to polish registered on typical (cutting-scraping) work tools.

ACKNOWLEDGMENTS

Were are very grateful to Harry Robson from University of York for language correction of this article. The research was supported by the National Science Center (NCN) in Cracow (Poland) no. 2016/23/B/HS3/00689.

REFERENCES

BARTON, R. N. E. and BERGMAN, C. A. (1982): "Hunters at Hengistbury: Some Evidence from Experimental Archaeology", *World Archaeology* 14:2, pp. 237-248.

BRATLUND, B. (1999): "A survey of the Ahrensburgian Faunal Asdsemblage of Stellmor", *Tanged points cultures in Europe, Read at the international Archaeological symposium, Lublin, September, 13-16, 1993* (Kozłowski, S. K., Gurba, J. and Zaliznyak, L. L., eds.), Lublin University Press, Lublin, pp. 47-59.

BORKOWSKI, W. (2002): "Grociki z krzemienia świeciechowskiego w kulturze złockiej", *Studia nad gospodarką surowcami krzemiennymi w pradziejach* (Matraszak, B. and Sałaciński, S., eds.,), Warszawa, t. 4, pp. 267-278.

BORKOWSKI, W. and KOWALEWSKI, M. (1997): "Krzemienne groty strzał z epoki brązu z terenów Mazowsza i Podlasia", *Z badań nad krzemieniarstwem epoki brązu i wczesnej epoki żelaza* (Lech, J. and Piotrowska, D., eds.), Prace Komisji Nauk Pra- i Protohistorycznych 2, Polish Scientific Publishers PWN, Warszawa, pp. 205-214.

BROWNE, J. (1940): "Projectile Points", *American Antiquity* 5:3, pp. 209-213.

CASPAR, J.-P. and De BIE, M. (1996): "Preparing for the Hunt in the Late Paleolithic Camp at Rekem, Belgium", *Journal of Field Archaeology* 23:4, pp. 437-460.

CHESHIER, J. and KELLY, R. L. (2006): "Projectile Point Shape and Durability: The Effect of Thickness: Length", *American Antiquity* 71:2, pp. 353-363.

COMSTOCK, P. (1992): "Ancient European bows", *The Traditional Bowyer's Bible. Volume 3* (Hamm, J., ed.), Bois d'Arc Press, New York, pp. 81-99.

CROMBE, P., PERDAEN, Y., SERGANT, J. and CASPAR, J. P. (2001): "Wear Analysis on Early Mesolithic Microliths from the Verrebroek Site, East Flanders, Belgium", *Journal of Field Archaeology* 28, pp. 253-269.

CZEBRESZUK, J. (1996): *Społeczności Kujaw w początkach epoki brązu,* PSO, Poznań.

DOCKALL, J. E. (1997): "Wear Traces and Projectile Impact: A Review of the Experimental and Archaeological Evidence", *Journal of Field Archaeology* 24, pp. 321-331.

DOMAŃSKA, L. (1987): "Wytwórczość krzemieniarska grupy łupawskiej kultury pucharów lejkowatych", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Archaeologica* 8, pp. 17-61.

EPSTEIN, J. F. (1963): "The Burin-Faceted Projectile Point", *American Antiquity* 29:2, pp. 187-201.

FISCHER, A. (1989): "Hunting with Flint-Tipped Arrows: Results and Experiences from Practical Experiments", *The Mesolithic in Europe. Papers presented at the Third International Symposium* (Bonsall, C., ed.), John Donald Publishers Ltd., Edinburgh, pp. 29-39.

FISHER, A., HANSEN, P. V. and RASMUSSEN, P. (1984): "Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points. Experimental Results and Prehistoric Examples", *Journal of Danish Archaeology* 3:19-46.

GALIŃSKI, T. (1997): *Mezolit Europy,* Szczecin.

GALIŃSKI, T. (2002): *Społeczeństwa mezolityczne. Osadnictwo, gospodarka, kultura ludów łowieckich w VIII-VI tysiącleciu p.n.e. na terenie Europy,* Muzeum Narodowe w Szczecinie, Szczecin.

GENESTE, J.-M. and PLISSON. H. (1989): "Analyse technologique des pointes a cran Solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunière (Dordogne)", *Paleo* 1, pp. 65-106.

HO HO COMMITTEE (1979): "The Ho Ho Classification and Nomenclature Committee Report", *Lithic Use-Wear Analysis* (Hayden, B., ed.), Academic Press, New York, pp. 133-135.

HOLDAWAY, S. (1989): "Were There Hafted Projectile Points in the Mousterian?", *Journal of Field Archaeology* 16:1, pp. 79-85.

INIZAN, M.-L, REDURON-BALLINGER, M., ROCHE, H. and TIXIER, J. (1999): *Technology and Terminology of Knapped Stone,* Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques, Nanterre.

JAŻDŻEWSKI, K. (1936): *Kultura pucharów lejkowatych w Polsce Zachodniej i Środkowej,* Biblioteka Prehistoryczna 2, Polskie Towarzystwo Prehistoryczne, Poznań.

JUEL JENSEN, H. (1994): *Flint Tools and Plant Working, Hidden Traces of Stone Age Technology, A use wear study of some Danish Mesolithic and TRB implements,* Aarhus University Press, Aarhus.

JUEL JENSEN, H., and PETERSEN. E. B. (1985): "A Functional Study of Lithic from Vaenget Nord, a Mesolithic Site at Vedbaek, N. E. Sjaelland", *Journal of Danish Archaeology* 4, pp. 40-51.

JUNKMANNS, J. (2001): *Pfeil und Bogen. Herstellung und Gebrauch in der Jungsteinzeit,* Verlag Museum Schwab, Biel.

KEMPISTY, E. (1973): "Kultura ceramiki «grzebykowo-dołkowej» na Mazowszu i Podlasiu", *Wiadomości Archeologiczne* 38, pp. 3-76.

KEELEY, L. H. (1980): *Experimental determination of stone tool uses,* University of Chicago Press, London.

KOROBKOVA, G. F. (1999): *Narzędzia w pradziejach. Podstawy badania funkcji metodą traseologiczną,* Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.

KRÓL, D. (1983): "Uwagi o krzemieniarstwie kultury rzucewskiej", *Problemy epoki kamienia na Pomorzu* (Malinowski, T., ed.), The Higher School of Pedagogy Press, Słupsk, pp. 229-238.

LIBERA, J. (2001): *Krzemienne formy bifacjalne na terenach Polski i Zachodniej Ukrainy (od środkowego neolitu do wczesnej epoki żelaza),* Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.

MAŁECKA-KUKAWKA, J. and KUKAWKA, S. (1984): "Krzemienne groty strzał kultury pucharów lejkowatych na Pomorzu", *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Archeologia* 8, pp. 3-34.

NANCE, J. D. (1971): "Functional Interpretations from Microscopic Analysis", *American Antiquity* 36:3, pp. 361-366.

NOWAK, D. and OSIPOWICZ, G. (2012): "Krzemienne zbrojniki broni miotanej z ziemi chełmińskiej w świetle analiz traseologicznych i badań eksperymentalnych", *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Archeologia* 32, pp. 57-112.

NUZHNY, D. (1990): "Projectile Damage on Upper Paleolithic Microliths. Use of Bow and Arrow among Pleistocene Hunters in the Ukraine", *The Interpretative Possibilities of Microwear Studies, Proceedings of the International Conference on Lithic Use-wear Analysis, 15th-17th February 1989 in Uppsala, Sweden* (Gräslund, B., Knutsson, H., Knutsson, K. and Taffinder, J., eds.), Societas Archaeologica Upsaliensis, AUN 14, Uppsala, pp. 113-124.

ODELL, G. F. (1975): "Micro-Wear in Perspective: A Sympathetic Response to Lawrence H. Keeley", *World Archaeology* 7:2, pp. 226-240.

ODELL, G. F. (1981): "The Mechanics of Use-Breakage of Stone Tools: Some Testable Hypotheses", *Journal of Field Archaeology* 8:2, pp. 197-209.

ODELL, G. F. (1988): "Addressing Prehistoric Hunting Practices Through Stone Tool Analysis", *American Anthropologist. New Series* 90:2, pp. 335-356.

ODELL G. H. and COWAN, F. (1986): "Experiments with spears and arrows on animal targets", *Journal of Field Archaeology* 13, pp 195-212.

ODELL, G. F. and ODELL-VEREECKEN, F. (1980): "Verifying the Reliability of Lithic Use-Wear Assessments by 'Blind Tests': The Low-Power Approach, *Journal of Field Archaeology* 7:1, pp. 87-120.

OSIPOWICZ, G. (2005): "A method of wood tar production, without the use of ceramics", EuroREA: *(Re)construction and experiment in archaeology - European platform* 2, pp. 11-17.

OSIPOWICZ, G. (2010): *Narzędzia krzemienne w epoce kamienia północno-wschodniej części Niżu Polskiego. Studium traseologiczne,* Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.

ROSENDAHL, G., BEINHAUER, K.-W., LÖSCHER, M., KREIPL, K., WALTER, R. and ROSENDAHL, W. (2002): "Le plus vieil arc du monde? Une pièce intéressante en provenance de Mannheim, Allemagne", *L'Anthropologie* 110:3, pp. 371-382.

SHEA, J. J. (1988): "Spear Point from the Middle Paleolithic of the Levant", *Journal of Field Archaeology* 15:4, pp. 441-450.

SHEA, J. J. (1993): "Lithic use-wear evidence for hunting in the Levantine Middle Paleolithic", *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M. and Plisson, H., dirs.), Etudes et

recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 21-30.

SOLECKI, R. L. (1992): More on Hafted Projectile Points in the Mousterian, *Journal of Field Archaeology* 19:2, pp. 207-212.

VAN GIJN, A. L. (1989): *The Wear and Tear of Flint Principles of Functional Analysis Applied to Dutch Neolithic Assemblages,* Analecta Praehistorica Leidensia 22, University of Leiden, Leiden.

VAN GIJN, A. L. (2010): *Flint in Focus. Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age,* Sidestone Press, Leiden.

VAUGHAN, P. C. (1985): *Use-wear Analysis of Flaked Stone Tools,* University of Arizona Press, Tucson.

VILLA, P. and LENOIR, M. (2009): "Hunting weapons of the Middle Stone Age and the Middle Palaeolithic: spear points from Sibudu, Rose Cottage and Bouheben", *Southern African Humanities* 18:1, pp. 89-122.

ŻUREK, J. (1953): "Osada z młodszej epoki kamiennej w Rzucewie, pow. wejherowski i kultura rzucewska", *Fontes Archaeologici Posnanienses: annales Musei Archaelogici Posnaniensis* 4, pp. 1-42.

USE-WEAR AND RESIDUE ANALYSIS OF STONE TOOLS USED BY EARLIEST FARMERS AT THE KLERK-5 SITE IN PRIMORYE (RUSSIA) (PRELIMINARY RESULTS)

Análisis de huellas de uso y de residuos de los instrumentos de piedra usados por los primeros agricultores en el yacimiento Klerk-5 de Primorye (Rusia). Resultados preliminares

NATALIA SKAKUN *, IRINA PANTYUKHINA **, VERA TEREKHINA *** and YURI VOSTRETSOV ****

ABSTRACT The research of the tools for processing plants is of great importance for finding out when gathering and farming begins in many regions of Eurasia. In the territory of East Asia the migration of farmers' communities of Zaisanovski cultural tradition is traced from North-East China at first to Central Primorye of the Russia's Far East, and after that to the coastal parts of this region, where the traditional occupation of the population was primarily fishing and hunting marine mammals (about 5300-4600 BP). The traceological analysis involving the experimental data allowed to figure out that some stone tiles, their fragments and pebbles from the Klerk 5 settlement, based on the coast of the Sea of Japan, had been used as grinding stones for processing plants. The results of the traceological analysis were confirmed by the detection of starch residues on the working surfaces of these tools. These facts indicate that the migration of farmers from the continental regions to the coastal part of Russian Far East contributed to the development of farming, previously unknown in this territory.

Key words: East Asia, Early Agriculture, Stone Tools, Use-wear Analysis, Experiments, Starch Residue Analysis.

* Institute for the Material Culture History. Russian Academy of Sciences. *skakunnatalia@yandex.ru*

** The Institute of History, Archaeology, Ethnography people of Far East. Russian Academy of Science, Far Eastern Branch. *pantukhina2000@mail.ru*

*** Institute for the Material Culture History. Russian Academy of Sciences. *terehinavera@mail.ru*

**** The Institute of History, Archaeology, Ethnography people of Far East. Russian Academy of Science, Far Eastern Branch. *vost54@mail.ru*

Fecha de recepción: 15-05-2016. Fecha de aceptación: 26-12-2016.

RESUMEN La investigación de los instrumentos para el procesado de plantas es de gran importancia para descubrir cuándo comenzó la recolección y la agricultura en muchas regiones de Eurasia. En el territorio de Asia Oriental, la migración de las comunidades campesinas de la tradición cultural Zaisanovski procede del noreste de China hacia Primorye Central del Lejano Oriente de Rusia primeramente, y después alcanza las partes costeras de esta región, donde la ocupación tradicional de la población era principalmente la pesca y la caza de mamíferos marinos (en torno a 5300-4600 BP). El análisis traceológico, que incorporó datos experimentales, permitió descubrir que algunas losas de piedra, sus fragmentos y guijarros del asentamiento Klerk 5, ubicado en la costa del Mar de Japón, se habían utilizado como molinos para el procesado de plantas. Los resultados del análisis traceológico se confirmaron mediante la detección de residuos de almidón en las superficies de trabajo de estos útiles. Estos hechos indican que la migración de los agricultores de las regiones continentales a la parte costera del Lejano Oriente ruso contribuyó al desarrollo de la agricultura, anteriormente desconocida en este territorio.

Palabras clave: Este de Asia, Agricultura antigua, Útiles de piedra, Análisis de huellas de uso, Experimentos, Análisis de residuos de almidón.

INTRODUCTION

The Holocene witnessed significant environmental changes in all parts of Eurasia during the transition from Atlantic to Subboreal period. At the time East Asia saw the migration of farmers' groups from inland continental areas to maritime coastal strips. That was an adaptive reaction of humans to deterioration of agro-climatic conditions resulting from general cooling. Coastal strips suffered less: droughts had less severe aftermaths, floods occurred rarely, overall agro-climatic conditions tended to be more stable; in addition there was an abundance of relatively permanent marine resources. The earliest farmers of Zaisanovsky culture tradition with cord-decorated ceramics moved from the Northeastern China (valley of Mudanjiang River) to continental areas of the Primorye region of Russian Far East about 5300 BP. One of their settlements is Krounovka-1 (fig. 1). The inhabitants of this site cultivated three species of cereals: *Setaria italica, Panicum miliaceum* and *Echinochloa crusgalli*, and grasses – *Perilla sp*. (Komoto and Obata, 2004). After cooling of climate near 4900 BP, there occurred a natural shrinkage of agricultural resources in continental Primorye. As a result, the early farmers began to populate coastal margin of the Sea of Japan. Evidences of the migration were found on the Klerk peninsula (Bay of Peter the Great) at a permanent all-year-round Klerk 5 settlement and are connected with the Neolithic layer (Obata, 2007). Archaeological data indicated that the inhabitants had practiced hunting terrestrial and marine mammals, fishing in open sea and lagoon, and gathering marine mollusks, as well as nuts, apples, and beans. Besides, there is a hypothesis that the migrants could preserve the tradition of cultivation of cereals.

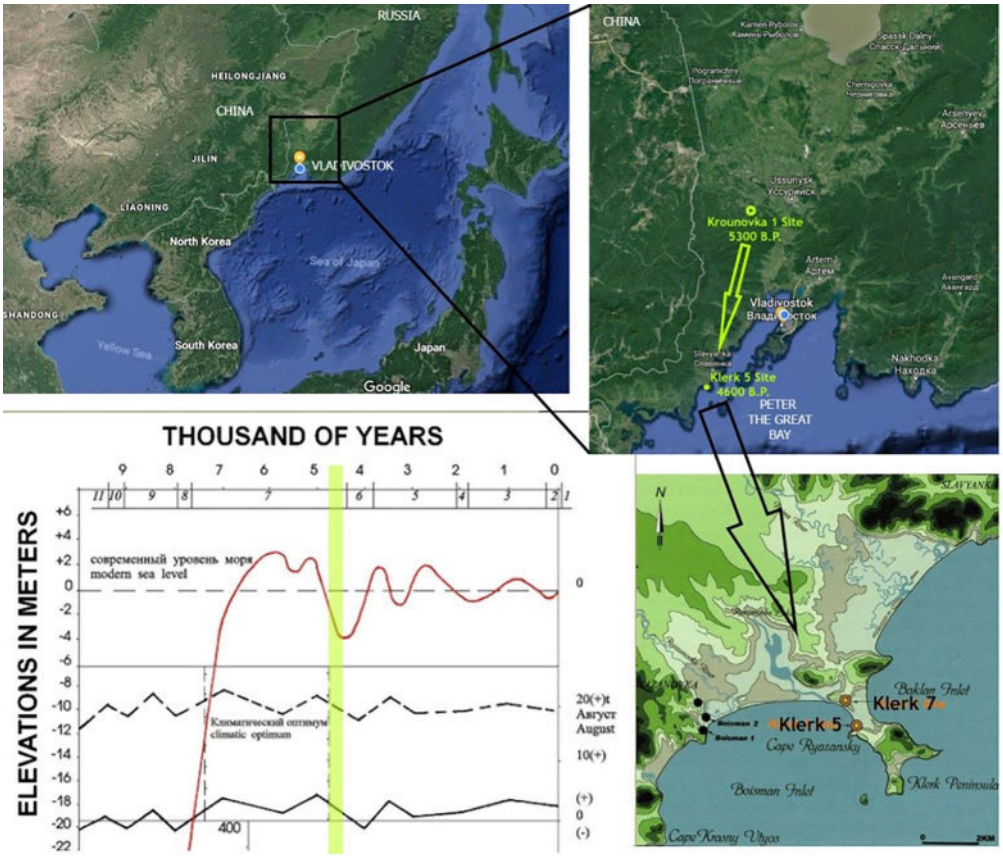


Fig. 1.—Maps of Klerk 5 site location and climatic and sea level dynamics in the Sea of Japan region in Holocene (Upper maps based on Google Maps; the paleoclimate diagram based on Korotky and Vostretsov, 1998:14).

MATERIALS AND METHODS

Among the artifacts of Klerk 5 several stone tiles, their fragments and pebbles of natural unmodified forms were found, 7 artifacts were selected for research (fig. 2). Their functions have been studied by means of experimental-traceological method and the analysis of starch residues left on their surfaces.

Use-wear analysis was carried out at magnifications to × 100 with a stereomicroscope MBS-10. Photos were made using a metallurgical microscope Olympus, equipped with camera Canon EOS 400D.

The results were compared to experimental models that had been made in the course of studying of the same tools from other sites.

Organic residues from the surface of the artifacts and soil samples from the cultural layers of the settlement were extracted with the methods that had been

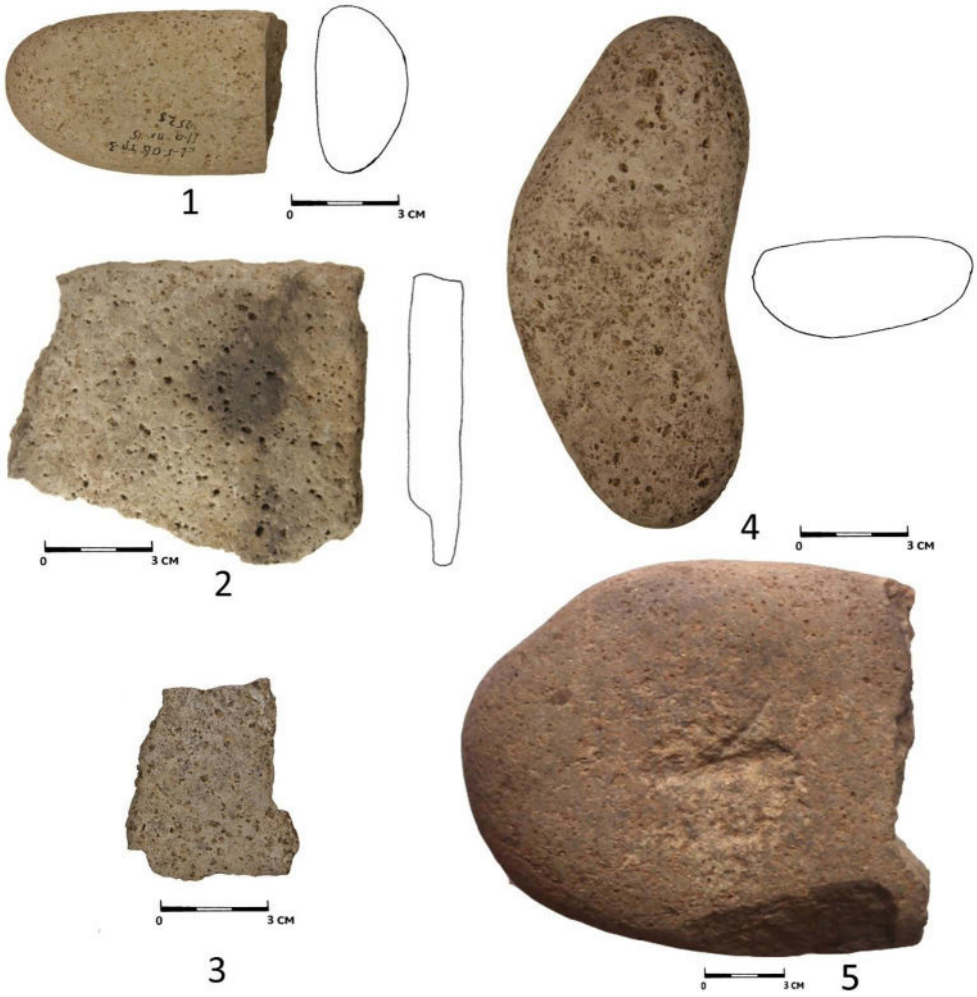


Fig. 2.—Stone tools from the Neolithic layer of the Klerk 5. 1, Fragment of upper grinding stone n.º 44; 2, fragment of grinding stone n.º 46; 3, fragment of upper grinding stone n.º 45; 4, upper grinding stone n.º 51; 5, fragment of stone used as a grinding stone and an anvil n.º 58.

described in the works by Therin and Lentfer (2006) and Yang *et al*. (2012), etc. Starch residues were searched and photographed with the Carl Zeiss AxioScope. A1 Polarized Light Microscope at magnifications from × 200 to × 1000 using three working modes: white field, polarization and DIC-contrast. For identification of the residues the reference collection of 67 species was used, including *Poaceae, Fabaceae, Fagaceae* families, plants with starchy USO (*Thypha sp., Lillium sp., Nelumbo sp*., ferns) and wild nuts.

RESULTS OF THE EXPERIMENTAL-TRACEOLOGICAL RESEARCH

In the course of traceological research the tools of various degree of utilization were identified, one of them had been used in two functions. During the microscopic analysis of the stone tools' surfaces clear-cut use-wear traces were revealed, typically found on tools for grinding plants. On their surfaces were detected parts with spotted polishing and shallow linear traces with soft, blurred edges (figs. 2 y 3). Such traces were found on 5 of 7 researched items. Among them are a part of an elongated pebble with a bright sheen on its slightly convex working surface (n.º 44, fig. 2:1) and plano-convex pebble with well distinguishable traces of utilization on its convex working surface (n.º 51, fig. 2:4), used as upper grinding stones; small pebble flake (n.º 45) —a fragment of upper grinding stone, bearing pronounced macro— and microtraces of utilization on the dorsal surface (fig. 2:3, fig. 3); large quadrangular fragment of a tile with ground-in central part of the surface used as a grinding stone (n.º 46, fig. 2:2); and a fragment of a large oval flat pebble used in two functions: initially as a grinding stone, and after that as an anvil, which is testified by the deep cells left by the pounding (n.º 58, fig. 2:5).

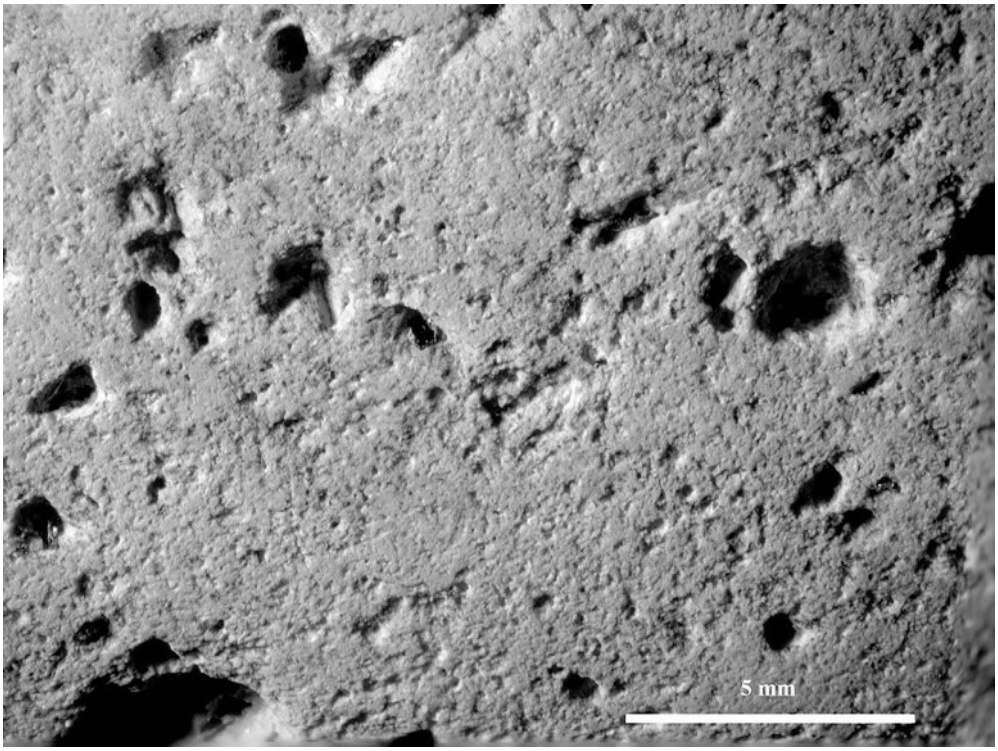


Fig. 3.—Photo of use-wear traces on the working surface of the fragmented upper grinding stone n.º 45 (×80).

Using of unmodified stone tools in the economic activity of Klerk 5 settlement testifies to purposeful choice of tiles and pebbles with a suitable form and surface for processing plants. Flat pebbles (n.º 46, 58) were used as grinding stones, and elongated pebble, a fragment with slightly convex working surfaces and a flake (n.º 51, 44, 45) were used as upper stones.

The comparison of use-wear traces on the tools from Klerk 5 with those on the experimental tools (Reverdin *et al*., 2010) for grinding plants showed their identity.

STARCH RESIDUE ANALYSIS

For the verification of obtained traceological data that allowed to identify the researched tools as grinding stones for proceeding plants the analysis of the organic residues from their surface was carried out. On these parts of tools starch grains of different degree of preservation were detected. They were compared against the reference collection of various plant species by such criteria as grain shape, surface features, position and form of the hilum and fissure, layer visibility, position and shape of the polarization cross.

On the item n.º 44 6 starch granules and fragments of plant material were found. One grain by its features corresponds to starch of Triticeae tribe. The largest number of starch grains is detected on the tools n.º 45 and n.º 46: 1040 and 231 respectively. The granules are of different species. At the moment, two types of cereals have been identified: millets (fig. 4:1-5) and wheats (fig. 4:6-8). On the tool n.º 45 an aggregate of Triticeae tribe starch is detected, presumably of barley (*Hordeum sp.*) (fig. 4:7). On the tool n.º 46 an aggregate of starch grains is found identified as *Sorghum sp.* (fig. 4:1). The tool n.º 51 yielded 38 starch granules. All of them correspond to Triticeae tribe, part is identified as *Hordeum sp.* (fig. 4:8). 39 starch granules and 2 aggregate of starch grain were gathered from the surface of a grinding stone n.º 58. The latter were identified as barley (*Hordeum sp.*) (fig. 4:6).

Fissures on granules from the aggregate resulted from physical damage of grains. For the same reason polarized cross is absent except for some small intact granules. Other starch residues are identified as millets and Triticeae tribe.

Besides the analysis of residues from the surfaces of the artifacts soil deposits from the cultural layer were specifically examined to determine starch concentration. The amount of starch in the soil was utterly insignificant in comparison with that on tools (Barton *et al*., 1998). This provides an argument against the possibility of "contaminating" the tools due to their contact with soil.

Thus, the analysis of residues from the surfaces of the tools, which have been identified during the traceological investigation as grinding stones, permitted to detect residues of grains and their aggregates corresponding to millet, sorghum and barley.

Archaeobotanical finds at the sites of Russian Primorye, Korea, North and Nort-Eastern China show that traditional Neolithic agricultural cereals were *Setaria italica* and *Panicum miliaceum*. Besides there is a great number of a wild grass in these regions, related to millet's and Triticeae tribe's cereals. These grasses could be an object of intentional gathering in different periods (Liu *et al*., 2011; Yang *et al*., 2012; Wang *et al*., 2016).

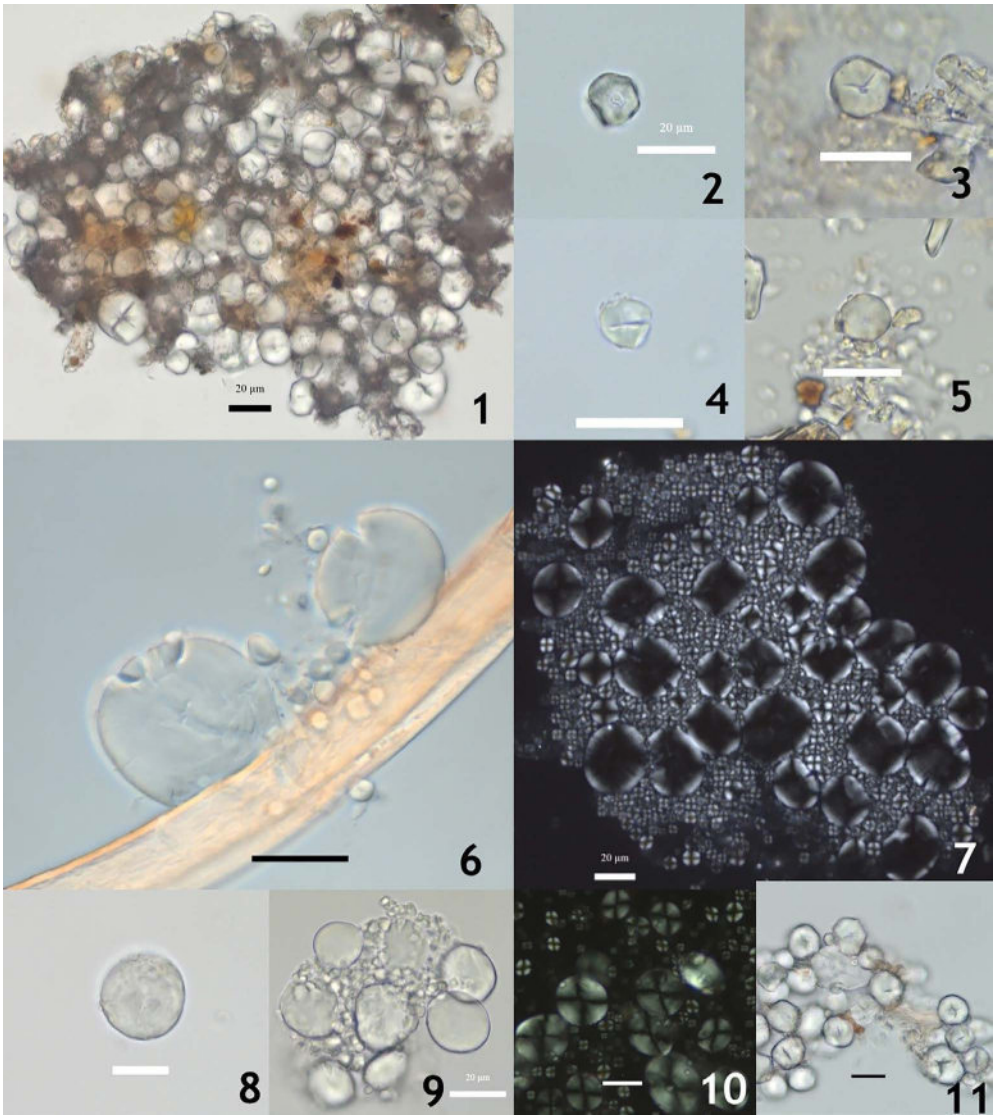


Fig. 4.—Starch grains recovered from the Klerk-5 site (1-8) and reference species (9-11): 1, Starch aggregate from tool n.º 46 (presumably gaoling); 2-5, starch grains from the millets (2, 4 from tool n.º 45; 3 from tool n.º 58; 5 from tool n.º 46); 6-8, starch grains from the *Hordeum sp.* (6 from tool n.º 58; 7 from tool n.º 45; 8 from tool n.º 51); 9-10, modern starch from *Hordeum vulgare*; 11, modern starch from *Sorghum bicolor*. (1-5, 8-9, 11 – white field; 6 – DIC contrast; 7, 10 – polarization. Scale bars: 1-5, 7-11 – 20 µm, 6 – 10 µm).

It was not possible to accurately identify such species as *Setaria italica* and *Panicum miliaceum* at the Klerk 5 site, but among the detected starch some granules were presented, which had morphometric features of millet cereals. The identification of starch of gaoling is preliminary, for carbonized residues of sorghum are not known in adjacent territories, and finding of this plant's starch in North-Eastern China (Chahai site, 8000-7500 cal. BP) is known only by references (Wang *et al*., 2016). The cultivation of *Sorghum* at Klerk 5 instead of traditional for Neolithic sites of Manchuria, Korea, North and Nort-Eastern China *Setaria italica* and *Panicum miliaceum* can probably be explained by the fact that gaoling is less susceptible to disease, well tolerates both drought and waterlogging (Tolmachev, 1928:23). The question about the time and place of domestication of barley isn't solved yet. N. I. Vavilov with the help of his differential-geographical method determined that Eastern and South-Eastern Asia, China and surrounding countries had been a center of origin of hulled barley (Vavilov, 1926). He also recognized the significant role of the Middle East areas in the evolution of wild and cultured barley. Modern studies of the hulled barley's genetics consider Himalayas, southwestern Iran and Tibet as possible centers of its cultivating. According to the same genetic studies it is assumed that hulles and hulled barleys originate from different ancestors (Zheleznov *et al*., 2013: 287; Dai *et al*., 2012; Dickin *et al*., 2012; Badr *et al*., 2000; Zeng *et al*., 2015). It is now believed that hulled barley had already existed as early as 11700 years ago while naked barley was there about 10000 years ago (Zheleznov *et al*., 2013:287; Helback, 1959).

The discovery of the starch of cultivated barley in a layer connected with migrating Neolithic farmers indicates that the inhabitants of Klerk 5 had not left the agricultural practice at that time, but also cultivated various types of cereals in the changing conditions of the cooling climate. A distinctive feature of barley is its extreme unpretentiousness to the conditions of cultivation.

CONCLUSIONS

The experimental-traceological analysis shows that 5 of 7 stone tools found during the excavations of the Neolithic cultural layer of Klerk 5 settlement had been used as grinding stones for processing plants (tools n.º 46 y 58), tool n.º 58 was used as an anvil after the breaking, elongated pebbles with slightly convex surface were used as upper grinding stones (tools n.º 44, 45 y 51). The residue analysis allowed to identify the ancient starch grains related to such cereals as sorghum, barley and millets. Thus, the combination of two approaches to the study of stone farming tools (Reverdin *et al*., 2010; Barton *et al*., 1998) allowed to supplement the characterization of the agricultural development in the Primorye region of Russian Far East. These facts make it possible to consider that the bearers of the tradition of "cord-marked ceramics" during their migration to the reach in seafood maritime areas nevertheless preserved their skills in cultivation of crops and consumed several types of cereals, which indicates the development of agriculture in this area.

REFERENCES

BADR, A., MULLER, K., SCHAFER-PREGL, R., RABEY, H. E., EFFGEN, S., IBRAHIM, H. H., POZZI, C., ROHDE, W. and SALAMINI, F. (2000): "On the origin and domestication history of Barley (*Hordeum vulgare* L.)", *Mol. Biol. Evol*. 17:4, pp. 499-510.

BARTON, H., TORRENS R. and FULLAGAR, R. (1998): "Clues to stone tool function reexamined: Comparing starch grain frequencies on used and unused obsidian artifacts", *Journal of Archaeological Science* 25, pp. 1231-1238.

DAI, F., NEVO, E., WU, D., COMADRAN, J., ZHOU, M., QIU, L., CHEN, Zh., BEILES, A., CHEN, G. and ZHANG, G. (2012): "Tibet is one of the centers of domestication of cultivated barley", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109:42, pp. 16969-16973.

DICKIN, E., STEELE, K., EDWARDS-JONES, G. and WRIGHT, D. (2012): "Agronomic diversity of naked barley (*Hordeum vulgare* L.)*:* a potential resource for breeding new food barley for Europe", *Euphitica* 184:1, pp. 85-99.

HELBACK, H. (1959): "Domestication of food plants in the old world", *Science* 153, pp. 365-372.

KOROTKY, A. M. and VOSTRETSOV, Y. E. (1998): "Geographic environment and cultural dynamics in the Middle Holocene in Peter the Great Bay", *The first fishermen in the Gulf of Peter the Great. Nature and the ancient man in the Boisman bay* (Vostretsov, Y. E., ed.), Vladivostok, pp. 9-29 [КОРОТКИЙ, А.М., ВОСТРЕЦОВ, Ю.Е. (1998): "Географическая среда и культурная динамика в среднем голоцене в заливе Петра Великого", Первые рыболовы в заливе Петра Великого. Природа и древний человек в бухте Бойсмана, отв. ред. Вострецов, Ю.Е., Владивосток, с. 9-29].

KOMOTO, M. and OBATA, H. (eds.) (2004): *Krounovka 1 Site in Primorye, Russia. Report of Excavations in 2002 and 2003*, Department of Archaeology, Kumamoto University, Kumamoto.

LIU, L., GE, W., BESTEL, SH., JONES, D., SHI, J., SONG, Y. and CHEN, X. (2011): "Plant exploitation of the last foragers at Shizitan in the Middle Yellow River Valley China: evidence from grinding stones", *Journal of Archaeological Science* 38, pp. 3524-3532.

OBATA, H. (ed.) (2007): *Klerk 5 Site in Primorsky, Russia. Preliminary Results of Excavation in 2005*, Kumamoto University, Kumamoto.

REVERDIN, A., ARANGUREN, B., BECATTINI, R., LONGO, L., MARCONI, E., MARIOTTI LIPPI, M., SINITSYN, A., SKAKUN, N. N., SRIRIDONOVA, E. and SVOBODA, J. (2010): "Thirty thousand-year-old evidence of plant food processing", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107:44, pp. 18815-18819. DOI: http://www.pnas.org/content/early/2010/10/08/1006993107.full.pdf+html?with-ds=yes

THERIN, M. and LENTFER, C. (2006): "A protocol for extraction of starch from sediments", *Ancient Starch Research* (Torrence, R. and Barton, H., eds.), Left Coast Press, Walnut Creek, pp. 159-161.

TOLMACHEV, V. Y. (1928): *Cereals of cultivated field plants in Northern Manchuria*, Harbin. [Толмачев, В.Я. (1928): "Зерновые продукты культурных полевых растений в Северной Маньчжурии", Харбин, 47 с.].

VAVILOV, N. I. (1926): *The Centers of origins of cultivated plants,* All-Union Institute of Applied Botany and New Cultures, Leningrad. [ВАВИЛОВ, Н.И. (1926): Центры происхождения культурных растений*,* Всесоюзный ин-т прикладной ботаники и новых культур*,* Ленинград].

YANG, X., WAN, Z., PERRY, L., LU, H., WANG, Q., ZHAO, C., LI, J., XIE, F., YU, J., CUI, T., WANG, T., LI, M. and GE, Q. (2012): "Early millet use in northern China", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109:10, pp. 3726-3730.

WANG, C., LU, H., ZHANG, J., HE, K., HUAN, X. (2016): Macro-process of past plant subsistence from the Upper Paleolithic to Middle Neolithic in China: A quantitative analysis of multi-archaeobotanical data, *PLOS ONE.* DOI: 10.1371/journal.pone.0148136

ZENG, X., HAI, L., WANG, Z., ZHAO, SH., TANG, Y., HUANG, ZH., WANG, Y., XU, Q., MAO, L., DENG, G., YAO, X., LI, X., BAI, L., YUAN, H., PAN, ZH., LIU, R., CHEN, X., WANG MU, Q., CHEN, M., YU, L., LIANG, J., DUN ZHU, D.W., ZHENG, Y., YU, SH., LUO BU, Z.X., GUANG, X., LI, J., DENG, C., HU, W., CHEN, C., TA BA, X.N., GAO, L., LV, X., BEN ABU, Y., FANG, X., NEVO, E., YU, M., WANG, J. and TASHI, N. (2015): "The draft genome of Tibetan hulless barley reveals adaptive patterns to the high stressful Tibetan Plateau", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112:4, pp. 1095-1100.

ZHELEZNOV, A.V., KUKUEVA, T.V., ZHELEZNOVA, N.B. (2013): "Naked barley: origins, spreading and prospective usability", *Vavilovsky Journal of Genetics and Selection* 17:2, pp. 286-297 [ЖЕЛЕЗНОВ, А.В., КУКОЕВА, Т.В., ЖЕЛЕЗНОВА, Н.Б. (2013): "Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования, Вавиловский журнал генетики и селекции 17, 2, с. 286-297].

THE OLDEST HARVESTING TOOLS OF AZERBAIJAN (ACCORDING TO EXPERIMENTAL-TRACEOLOGICAL RESEARCH)

Los útiles de siega más antiguos de Azerbaiyán de acuerdo con la investigación experimental-traceológica

ROZA ARAZOVA * and NATALIA SKAKUN **

ABSTRACT The article represents results of traceological analysis of obsidian and flint inserts from sickles found in early agricultural settlements in Azerbaijan. The diversity of inserts, their position in the slot of the handle, secondary treatment of the working edge allows reconstructing technical traditions of sickles' production. Sickles with blades inserted at an angle into the arched handle, which formed large-denticulated working edges, were the oldest. Sickles with a straight cutting edge formed by blades were used as well. Sickles with macroblades were more often used at the late stages of this early agrarian culture. Besides these three types of arched sickles, the forth type can be found in settlements in Azerbaijan – an archaic harvesting knife with a straight handle. A unique find of bone sickles made of a scapula of large animals from Alikemektepe stand out from other ancient sickles of the agricultural communities of Azerbaijan. Also the results of experimental research of harvesting tools are represented in the article. Productivity and efficiency of various types of sickle as well as durability and ways of inserts fastening in the sickles' slots with bitumen were studied.

Key words: The South Caucasus, Shomutepe-Shulaver Culture, Obsidian and Flint Sickle Blades, Sickle with Curved Handle, Bone Sickles Made from a Scapula, Technical-morphological and Experimental-traceological Methods, Polish, Bitumen, Reconstruction.

RESUMEN El artículo presenta los resultados del análisis traceológico de piezas de obsidiana y pedernal procedentes de hoces halladas en los primeros asentamientos agrícolas de Azerbaiyán. La diversidad de inserciones, su posición en la ranura del mango, el tratamiento secundario del borde de trabajo permiten reconstruir las tradiciones técnicas

* Khazar University, Azerbaijan. *rarazova@]khazar.org*

** Institute for the Material Culture History of the Russian Academy of Sciences. *skakunnatalia@yandex.ru*

Fecha de recepción: 07-10-2016. Fecha de aceptación: 01-06-2017.

de la elaboración de las hoces. Las hoces con fragmentos de hojas insertados en ángulo en un mango arqueado, que formaban bordes de trabajo con grandes denticulaciones, son las más antiguas. También se usaron hoces con un filo recto constituido por hojas líticas. Las hoces con macrohojas se usaban más a menudo durante las últimas fases de esta antigua cultura agraria. Además de estos tres tipos de hoces arqueadas, se puede encontrar un cuarto tipo en los asentamientos en Azerbaiyán: un cuchillo de cosecha con mango recto. Un hallazgo único de hoces de hueso hechas con escápulas de grandes animales de Alikemektepe se destaca de otras hoces antiguas de las comunidades agrícolas de Azerbaiyán. También se presentan en el artículo los resultados de la investigación experimental sobre útiles de cosecha. Se han estudiado la productividad y la eficiencia de los diferentes tipos de hoces, así como la durabilidad y las formas de realizar las inserciones con betún en las ranuras de las hoces.

Palabras clave: Sur del Cáucaso, Cultura Shomutepe-Shulaver, Hojas de hoz de sílex y obsidiana, Hoz con mango curvo, Hoces de hueso sobre escápula, Métodos técnomorfológicos y experimental-traceológicos, Pulido, Betún, Reconstrucción.

INTRODUCTION

In archaeological literature and special works devoted to the peculiarities of ancient agricultural cultures, special attention is paid to the characterization of harvesting tools —sickles, while types of inserts, ways of fixing them in handles, features of the traces of utilization of their working blades are considered (Anderson, 2000; Arazova, 2008; Bibikov, 1962; Clemente and Gibaja, 1998; Curwen, 1935; Gurova, 2016; Ibáñez *et al*., 2008; Korobkova, 1978, 1987; Osipowicz, 2010; Anderson 1999; Semenov, 1949, 1974; Skakun, 1993, 1999; 2008; Spurrel, 1892; Anderson *et al*., 1993). In this connection, the materials of the agricultural sites of the North Caucasus, which are particularly diverse, are of great interest.

The oldest agricultural archaeological culture, Shomutepe-Shulaver, was formed and located in the territory of Caucasus during VI-V millennia BC (Narimanov, 1966, 1987; Kiguradze, 1976). Wattle-and daub constructions, a large variety of cereal crops, faunal remains of domesticated animals, stone tools, etc. evidence the sedentary and agricultural character of the settlements attributed to this culture. Nowadays a large amount of archaeological material has been accumulated, showing the development of the oldest agricultural economy, which has its origins in the Neolithic-Eneolithic epoch in the territory of Azerbaijan. A wide range of agricultural tools serve as evidence that a toolkit for this activity existed. Bone and stone hoes, grinding stones, pestles and inserts from composite sickles are widely spread across the sites linked to this society. Flint and obsidian inserts from sickles are numerous and account for 20 to 40% of the whole stone industry of the sites. They were found on all of the settlements located in the middle reaches of the Kura River on Ganja-Qazakh plain (Shomutepe, Gargalartepe, Toyretepe, Goytepe, Hasansu, etc.), on Karabakh plain (Ilanlytepe, Chalagantepe), on Mugan' (Polutepe, Alikemektepe), in the valley of the middle reaches of the Araks River, particularly on the territory of Nakhchivan Autonomous Republic (Kul'tepe I) (fig. 1). These finds have since been presented in a range of scientific articles (Narimanov, 1964; Arazova, 1974, 1986).

Fig. 1.—Map of the earliest settlements of Azerbaijan (VI-IV mill BC).

Complex technical-morphological and traceological-experimental studies of the tools from the early agricultural-stock raising sites of Azerbaijan gave new evidence about the oldest agricultural tools and broaden the essential understanding of their function. The precise function of every tool, range of its use, productivity, efficiency and how it was constructed were all identified as a result of this investigation.

Using technical-morphological and experimental-traceological methods, this article will examine the study of one of the leading categories of agricultural tools directly related to harvesting sickles.

RESULTS OF TECHNICAL AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS

Flint and obsidian blades and, less commonly, flakes of different shapes and sizes were commonly used as inserts of sickles on ancient sites of Azerbaijan (fig. 2). Wide crescentic backed or rectangular, large and medium sized blades made of greenish-grey argillite, marl and, occasionally, of flint were all used as preforms

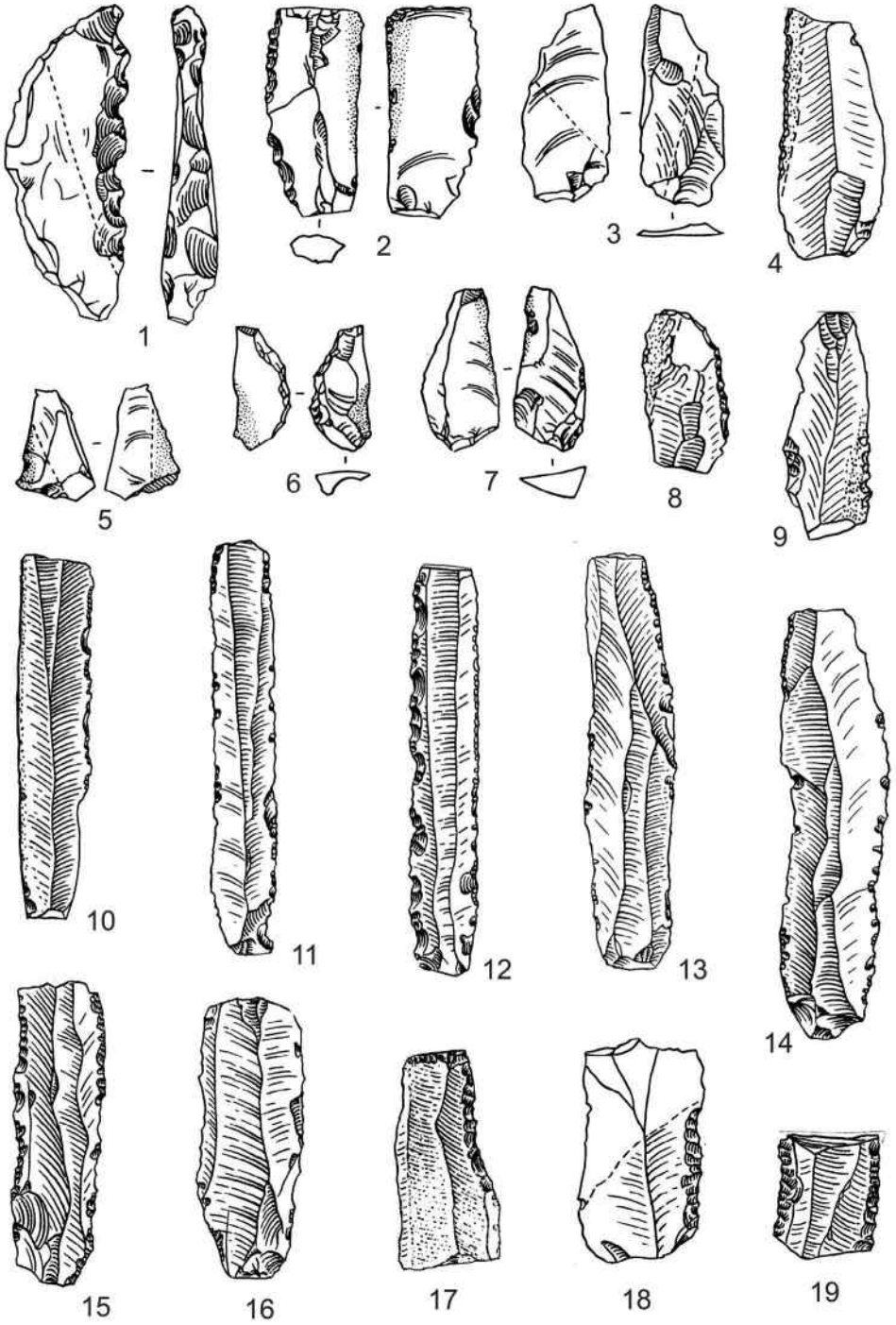


Fig. 2.—Flint (1-9) and obsidian (10-19) sickle blades.

in the settlements located in the valley of the Kura River. Their working edges were thin and sharp and were not generally additionally treated, with the exception of individual tools. Blunted and sharp retouch was more often applied from the dorsal side along the whole lateral side, or alternatively only on the working part outstanding from the handle. These differed from the flint inserts from the settlements in southern districts such as Chalagantepe, Polutepe and Alikemektepe. Here blades made of light, transparent, good quality flint and quartzite were used. They were predominantly prismatic, regularly or irregularly shaped, big and elongated blades, although segments have since almost disappeared. The presence of a retouched working edge became more common, but retouch was frequently careless, heavy and sharp, applied on a lateral edge from the ventral part. There are also inserts with a fine-denticulated and elaborately treated cutting edge.

Numerous obsidian inserts were discovered among prismatic retouched blades and so called "chipped blades".

RESULTS OF TRACEOLOGICAL ANALYSIS

Use-wear analysis showes that traces of smoothing and a matte surface are presented on many of obsidian inserts as a result of their regular use; and flint sickles' inserts also show that a high luster is located on different parts of the working edges (fig. 3).

The surface on the corner of the blade on the inserts from the settlements of the Ganja-Qazakh plain is polished, whereas the blades from the sites of Alikemektepe and Chalagantepe have the same traces of use, but also show a high luster located along the long edges of the blades. Consequently, these differences that are evidenced by microanalysis show varying positions of inserts in the handle of the sickle. Thus two different types of insert can be seen: those with angular and those with marginal polishing. A similar range of features are typical for a large number of blades, as revealed in certain synchronous stone industries of Caucasus (Korobkova, 1987).

DISCUSSION OF ARCHAEOLOGICAL MATERIAL

Consequently, we might suppose that the following types of sickles were known among early agricultural communities of Azerbaijan. Sickles with blades inserted at an angle into the arched handle, which formed large-denticulated working edges, were the oldest and most widespread among them (fig. 4:2). This is shown by the discovery of a bone sickle on the site Shomutepe (fig. 4:5) along with five wooden sickles from Shomutepe and Toyretepe (Narimanov, 1987). Obsidian and flint inserts were found in the residue left on the wooden handles. Bone sickle with preserved inserts-barbs from Neolithic site Goytepe is of a particular interest (Guliev and Nishaiki, 2012; (Nishaiki and Guliev, i.p.).

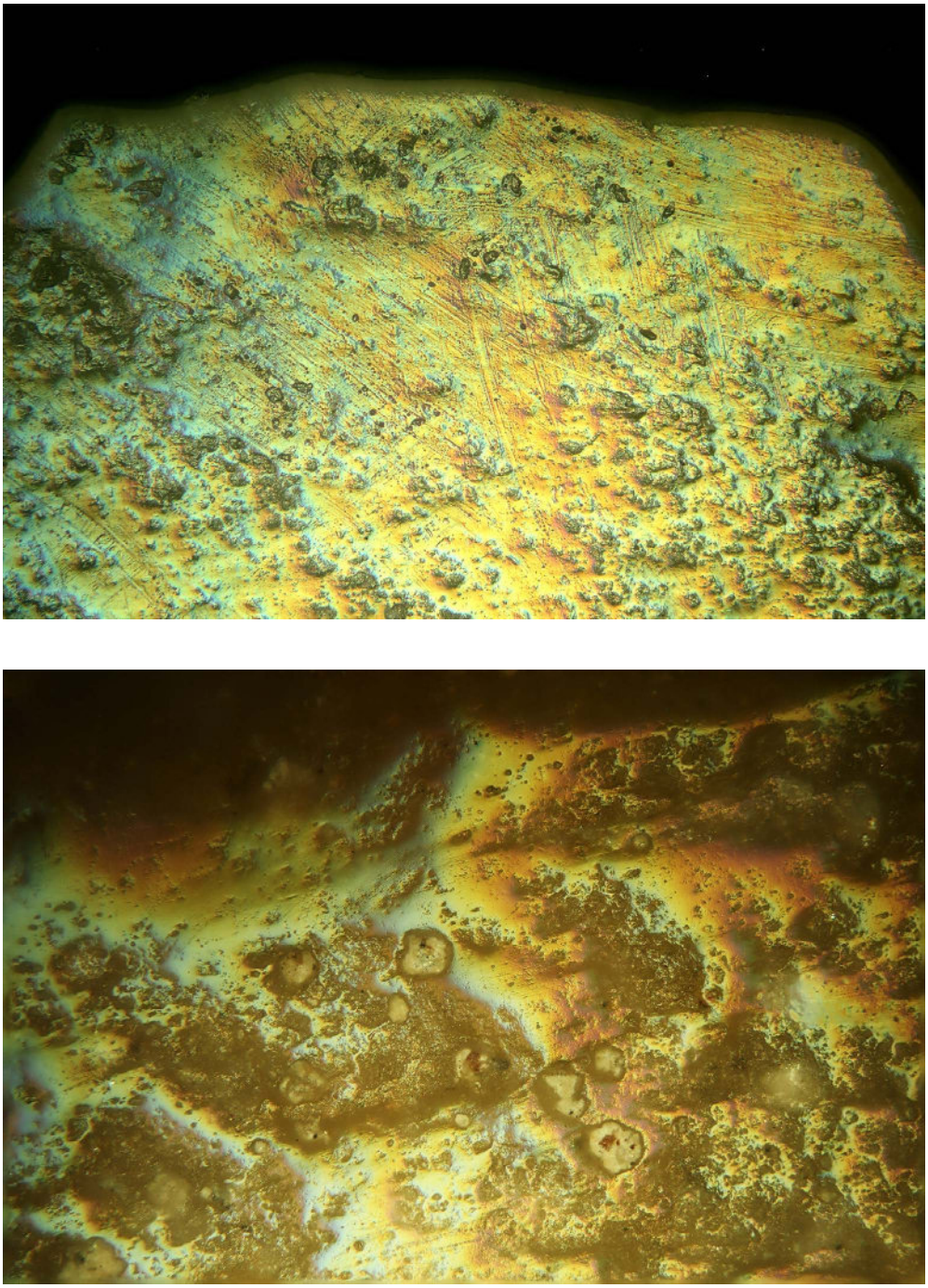


Fig. 3.—Microphotos of traces on flint sickles' inserts (a, ×100 and b, x200).

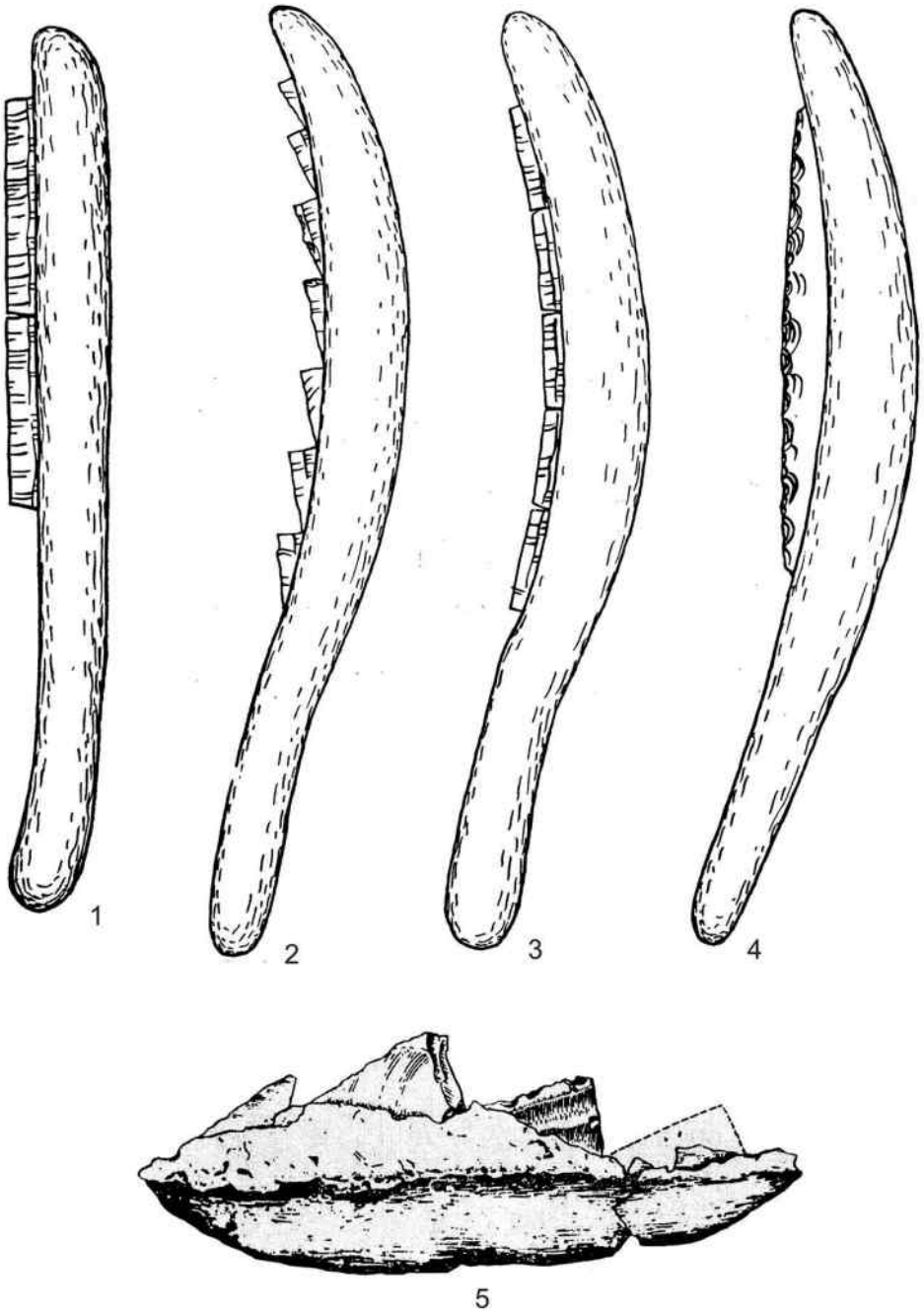


Fig. 4.—1-4) The reconstruction of the sickles from the earliest settlements of Azerbaijan.
5) Shomutepe sickles on bone basis.

Apparently sickles of this type were widespread in early agricultural sites of the Ganja-Qazakh plain in western Azerbaijan. They were also found in the neighboring Marneulskaya plain in south-eastern Georgia (Esakiya, 1984) and the sites Chalagantepe and Alikemektepe. As it is well established, blade-denticulated composite sickles are characteristic of the harvesting tools of early agricultural communities of Eastern and Central Europe (Bibikov, 1962; Kunchev, 1967). However, in contrast to the Shomutepe sickles, rectangular and regularly shaped blades were inserted into their sickles, which were then set in the seat of the handle by a plant gum. Sickles from Yarymtepe II in Northern Mesopotamia are identical to those in Shomutepe. Almost an entire sickle with a slightly bent bone handle and obsidian and flint oblique blades were all found in upper horizons of this site (Munchajev and Merpert, 1981).

The second type of sickle could be reconstructed on the basis of inserts found in Alikemektepe and Chalagantepe, where blades with a high luster along long edges were predominantly found (fig. 4:3). Such traces of use show another insert's position in the sickle's handle: the blades were placed close to one another in the sets, not obliquely but horizontally, and a straight cutting edge was consequently formed. Such use traces and methods of inserting in the handle are also typical for large obsidian blades found in Kul'tepe I, located in Nakhchivan AR. However, as distinguished from flint blades with a high luster on a working edge, a narrow matte line along the very edge could be traced on obsidian blades.

It can be seen by the particularities of their construction and the methods of fastening the inserts that these harvest tools are very similar to Near Eastern sickles. Six sickles made from antler were found in the VI horizon of the site Hajilar and inserts made from siliceous limestone located parallel to the set had been preserved in just two of them. The cutting edge of one of these sickles measured 20 cm in length and was made of 7 blades' sections (Mellart, 1970). Two arched sickles were found on the site Tell es-Sawwan. One of them consisted of flint inserts and another one of three flint blades and one of obsidian, placed parallel to the set and fastened with bitumen (El-Wailly and Abu es-Soof, 1965). Sickles with a straight cutting edge along with sickles with large-denticulated working blades were used on the sites Yrymtepe II, Alikemektepe and Chalagantepe (Munchajev and Merpert, 1981).

Entirely different constructive features were identified for the third type of sickle. Despite the sickle with curved handle, the cutting edge was made of a single, very large, elongated blade, placed into the set horizontally (fig. 4:4). Such inserts, more often made of flint, could be found on the settlements of Alikemektepe and Chalagantepe. Similar inserts were also uncovered on the site Kultepe, where obsidian microblades were a typical preform (Arazova, 2012). According to reconstructions made by G. F. Korobkova, ancient societies of neighboring areas of the Caucasus —Ginchi and Hatunarh— preferred these sickles (Korobkova, 1978), whereas only these harvesting tools are typical for the late Trypillian sites (Bibikov, 1962).

A unique find of bone sickle made of a scapula of large animal from Alikemektepe stand out from other ancient sickles of the agricultural communities of Azerbaijan. The upper part of the scapula, ergonomic in its handling, remained

unchanged, whereas a thin edge that served as a working edge was denticulated and retouched along the edge. The cutting edge was smoothed and polished by the work. Its length is 40 cm. Such harvesting tools have not been found in other ancient sites in Caucasus. It was attributed to a stand-alone type of the most ancient sickles by F. Mahmudov (Mahmudov, 1984).

The fourth type of archaic harvesting knives with a straight handle could also be found on certain settlements, along with the three aforementioned more advanced types of arched sickle (fig. 4:4). Individual discoveries of flint inserts have been found on the sites Shomutepe and Toyretepe, as well as in Alikemektepe and Kultepe. Harvesting knives are a well-known, commonplace type of tool in the sites of Djeitun culture, and they survived in the southern Turkmenistan through to Eneolithic time (Korobkova, 1969).

Thus it might be supposed that sickles with curved handle made of wood, antler or large animals' jaws, regardless of the inserts' position in the base, were widespread across the early agricultural sites of Azerbaijan. They remained unchanged throughout the duration of the Shomutepe society. However, some constructive details, for example the inserts' treatment, their position in the sickle etc., evolved. According to G. F. Korobkova, "the development of harvesting tools within one cultural entity does not consist of changes in handle form, which remained the same, but becomes apparent in the treatment of the inserts" (Korobkova, 1978). Such changes could be explained by local and chronological differences in the evolution of harvesting tools. Inserts without any cutting edge treatment were predominantly used on the sites of the Ganja-Qazakh plain. Blade-denticulated composite sickles account for the main type of sickles in this area. Retouched blades were more often recorded on the sites located in the Mil-Karabakh steppe and Mugan, and are generally attributed to the late Eneolithic. Sickles with a straight cutting edge are dominant. Other sickles with one large blade could also be recorded on the sites Alikemektepe and Kültepe. Thus, it could be supposed that the transition from sickles with an oblique cutting edge to those with a straight one can be traced throughout the early stages of agricultural communities in Azerbaijan. The latter were widespread in Caucasus during the Bronze Age. However, their cutting edge was made of bifacial flint blades with denticulated working edge. It was during this period that metallic sickles appeared (Kushnareva and Chubinishvili, 1970; Munchaev, 1975).

EXPERIMENTAL DATA

In addition to this, interesting data was collected by an experimental-traceological expedition with the study of harvesting tools of ancient agricultural societies. It identified the productivity and efficiency of various types of sickle made as ancient harvesting tools of the VI-V mill BC. Late Trypillian sickle appeared to be 1,5 times less efficient than a modern one. The sickles of Alikemektepe and Kultepe, with one large blade in a base, also show a high level of productivity, followed by

the Shomutepe sickle with an obsidian blade and a sickle of the alikemektepe type, made from close-fitted inserts. They are 1,7 times less efficient than a modern one. This means that productivity ratio of abovementioned sickles is equal to 0,9–1,1 (Korobkova, 1978).

The experiments also showed a significant durability of the flint sickles. It was identified that the Shomutepe sickle could be used for two working seasons. During this time, it was only slightly refreshed (Korobkova, 1978).

Interesting data concerning the ways of fastening the inserts was also collected. Traces of a black residue inserted into the set, clearly delimiting a working edge from the part, could be found on almost all flint inserts of sickles. The discovery of gum material, preserved in the sickle remains and inserts, shows that residue was used to fasten the inserts into the set. The analysis of these gum samples from Alikemektepe and Toyretepe showed them to be of cutback bitumen origin from Azerbaijan, widely used in the households during the Prehistoric and Middle ages (Arazova, 1981). Experiments conducted by Lithuanian experimental expeditions showed that sickles fastened by bitumen survived high tensions of up to 100 kg (Semenov, 1974).

CONCLUSION

The technical-morphological and experimental-traceological study of the oldest harvesting sickles, their great diversity suggests the existence of local technical traditions in the sickles' performance, a high level of agriculture and characteristics of the paleoeconomy of ancient societies of Azerbaijan. With the development of agricultural economy, the toolkit was improved, allowing for the improvement of harvesting tools. This is also clearly demonstrated by a unique rock carving from Gobustan near Baku, depicting an ancient farmer standing upright with a sickle with curved handle in his right hand (Djafarzade, 1973).

ACKNOWLEDGMENTS

The research was carried out within the framework of the program of fundamental scientific research of state academies of sciences on the topic of state work: No. 0184-2018-0006 "Production and use of tools in the Paleolithic, Neolithic and Bronze Age (technological, traceological and experimental study of archaeological materials" and partly RFBR grant No. 16-06-00546.

REFERENCES

ANDERSON, P. C. (ed.) (1999): *Prehistory of agriculture. New experimental and ethnographic approaches*, Institute of Archaeology University of California Monograph 40, University of California Press, Los Angeles.

ANDERSON, P. C. (2000): "La tráceologie comme révélateur des débuts de l'agriculture", *Les premiers paysans du monde. Naissances des agricultures*, (J. Guilaine, ed.), Errance, Paris, pp. 99-119.

ANDERSON, P. C., BEYRIES, S., OTTE, M. and PLISSON, H., (dirs.) (1993): *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990*, Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège.

ARAZOVA, R. B. (1974): "Vkladıshi serpov iz neoliticheskogo poselenija Shomutepe", *Dokladi Akademii nauk Azerbaijanskoy SSR* 5, pp. 95-99 (in Russian).

ARAZOVA, R. B. (1981): "Ob ispolzovanii bituma v drevnem Azerbaijane", *Sovetskaja arkheologija* 3, pp. 248-251 (in Russian).

ARAZOVA, R. B. (1986): *Kamennye orudija truda rannikh zemledelchesko-skotovodcheskich plemen Zapadnogo Azerbaijana*, Elm, Baku (in Russian).

ARAZOVA, R. (2008): "Sickles of early farmers of Azerbaijan", '*Prehistoric Technology' 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Archaeopress, Oxford, pp. 435-437.

ARAZOVA, R. B. (2012): *"*Funksionalnoe izuçeniye obsidianovoy industrii Kultepe I v Naxçıvane*"*, *Rannezemledelicheskie kultury Kavkaza. Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenzsija*, Baku, pp. 169-174 (in Russian).

BIBIKOV, S. N. (1962): "Iz istorii kamennych serpov na yugo-vostoke Evropy", *Sovetskaja arkheologija* 3, pp. 3-24 (in Russian).

CLEMENTE, I. and GIBAJA, J. F. (1998): "Working processes on cereals: an approach through microwear analysis", *Journal of Archaeological Science* 25:5, pp. 457-464.

CURWEN, E. C. (1935): "Agriculture and flint sickle in Palestine", *Antiquity* 9, pp. 62-66.

DJAFARZADE, I. (1973): *Gobustan (al'bom),* Elm, Baku.

EL-WAILLY, F. and ABU ES-SOOF, B. (1965): "The excavation at Tell Es-Sawwan: First Preliminary Report (1964)", *Shumer 21*, pp. 17-32.

ESAKIYA, K. M. (1984): *Proizvodstvo drevnikh zemledelchesko-skotovodcheskikh obshestv Vostochnoy Gruzii (po dannym eksperimental'no-trasologicheskikh issledovaniy orudiy truda)*, Leningrad (in Russian).

GULIEV, F. and NISHAIKI, Y. (2012): "Issledovanija na pamyatnike", *Mezhdunarodnaja arkheologicheskaja ekspedisija "Drevnie kul'turi Yuzhnogo Kavkaza (Azerbaijan)"* (Guliyev, F., ed.), Baku, 2012, pp. 37-40 (in Russian).

GUROVA, M. (2016): "Prehistoric sickles in the collection of the National Museum of Archaeology in Sofia", *Southeast Europe and Anatolia in Prehistory: Essays in honor of Vassil Nikolov on His 65th anniversary*, (Bacvarov, K. and Gleser, R., eds.), Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 293, Rudolf Habelt, Bonn, pp. 159-165.

IBÁÑEZ, J. J., CLEMENTE, I., GASSIN, B., GIBAJA, J. F., GONZÁLEZ, J. E., MÁRQUEZ, B., PHILBERT, S. and RODRÍGUEZ, A. R. (2008): "Harvesting technology during the Neolithic in South-West Europe", '*Prehistoric Technology' 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy,* (Longo, L. and Skakun, N. eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Archaeopress, Oxford, pp. 183-195.

KUNCHEV, K. ST. (1967): "Zemedelski ordiya ot neolita i eneolita v blgarskite zemi", *Arkheologiya* 9:3, pp. 50-65 (in Bulgarian).

KIGURADZE, T. V. (1976): *Periodizatsiya rannezemledelcheskoy kultury Vostochnogo Zaqavqaz'ya*, Mecniereba, Tbilisi (in Russian).

KOROBKOVA, G. F. (1978): "Drevnije zhatvennyje orudija i ikh proizvoditelnost' (v svete eksperimental'no-trasologicheskogo izuchenija)", *Sovetskaja arkheologija* 4, pp. 36-52 (in Russian).

KOROBKOVA, G. F. (1969): *Orudija truda i khozjajstvo neoliticheskikh plemen Srednej Azii,* Materialy i issledovanija po arheologii SSSR 158, Nauka, Leningrad (in Russian).

KOROBKOVA, G. F. (1987): *Khozyaystvennye kompleksy rannikh zemledel'chesko-skotovodcheskikh obchshestv yuga SSSR,* Nauka, Leningrad (in Russian).

KUSHNAREVA, K. KH. and CHUBINISHVILI, T. N. (1970): *Drevnije kultury Yuzhnogo Kavkaza*, Nauka, Leninqrgad (in Russian).

MAKHMUDOV, F. R. (1984): "Pervyje itogi arkheologicheskogo izucheniya Alikemektepesi", *Kamenniy vek i eneolit v Azerbaijane*, Azerbaijanskiy qosudarstvenniy universitet, Baku, pp. 53-78 (in Russian).

MELLART, J. (ed.) (1970): *Excavations at Hacilar*, University Press, Edinburgh.

MUNCHAJEV, R. M. (1975): *Kavkaz na zare bronzovogo veka*, Nauka, Moskva (in Russian).

MUNCHAJEV, R. M. and MERPERT, N. YA. (1981): *Rannezemledelcheskie poselenija Severnoy Mesopotamii*, Nauka, Moskva (in Russian).

NARIMANOV, I. G. (1966): "Drevneyshaja zemledelcheskaya kultura Zakavkaz'ja", *Doklady i soobchenija arkheoloqov SSSR na VII Mezhdunarodnom konqresse doistorikov i protoistorikov*, Moskva, pp. 121-126 (in Russian).

NARIMANOV I. G. (1964): "Drevneyshie serpy Azerbayjana", *Sovetskaja arkheologija* 1, pp. 282-287 (in Russian).

NARIMANOV, I. G. (1987): *Kul'tura drevneychego zemledelchesko-skotovodcheskogo naselenija Azerbaijana*, Elm, Baku (in Russian).

NISHIAKI, Y. and GULIYEV, F. (in press): "Neolithic Lithic Industries of the Southern Caucasus: Göytepe and Hacı Elamxanlı Tepe, West Azerbaijan (Early 6th Millennium BC)", *Near Eastern Lithics on the Move: Interaction and Contexts in Neolithic Traditions* (Astruc, L., Briois, F., McCartney, C. and Kassianidou. L., eds.), CNRS, Paris.

OSIPOWICZ, G. (2010): *Narzędzia krzemienne w epoce kamienia na ziemi chełmińskiej. Studium traseologiczne*, Wydawnictwo naukowe Universytetu Mikołaja Kopernika, Toruń (in Polish).

SEMENOV, S. A. (1949): "Zhatvennye kremnevye nozhy iz pozdneneoliticheskogo poselenija Luka-Vrublevetzkaja na Dnestre", *Sovetskaja arkheologija* 11, pp. 151-154 (in Russian).

SEMENOV, S. A. (1974): *Proiskhozhdenie zemledelija*, Nauka, Leningrad (in Russian).

SKAKUN, N. (1993): "Agricultural implements in the Neolithic and Eneolithic cultures of Bulgaria", *Traces et fonction: les gestes retrouvés* (1993), Actes du colloque international de Liège 8-9-10 décember 1990, (P. C. Anderson, S. Beyries, M. Otte, H. Plisson, dir.; Centre de Recherches Archéologiques du CNRS), *Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège 50, 2*, Liège, pp. 361-368.

SKAKUN, N. (1999): "Evolution of agricultural techniques in Eneolithic (Chalcolithic) Bulgaria. Data from use-wear analysis", *Prehistory of agriculture. New experimental and ethnographic approaches* (Anderson, P. C., ed.), Institute of Archaeology University of California Monograph 40, University of California Press, Los Angeles, pp. 199-210.

SKAKUN, N. (2008): "Comprehensive analysis of prehistoric tools and its relevance for paleoeconomic reconstructions", *'Prehistoric Technology' 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Archaeopress, Oxford, pp. 9-20.

SPURREL, F. C. J. (1892): "Notes of early sickles", *Archaeological Journal* 49, pp. 53-59.

REVISITING THE ROLE OF THE FORM AND FUNCTION OF ANCIENT TOOLS (BASED ON MATERIALS FROM THE SITE ARUCHLO I, GEORGIA)

Revisitando el papel de la forma y la función de útiles antiguos a partir de los materiales procedentes del yacimiento Aruchlo I (Georgia)

KETEVAN ESAKIA *

ABSTRACT Traceological analysis was conducted on stone material of ancient settlement Aruchlo I located on eastern Georgia in the Kvemo Kartli region. These researches showed that typological-morphological characteristics of various categories of tools do not always correspond with their function. For example, the form and function of scrapers completely coincided only for 18 pieces from the whole assemblage of 39 tools. By contrast, the others had different functions or were composite tools. The group of scrapers included not only tools used for skin treatment, but also tools with other functions: Microanalysis allows us to identify a specific treated material, the manner of its treatment, and sometimes also a type of a resulting artefact. Neglect of such evidences leads to an incomplete material analysis, which, unfortunately, can be viewed in the researches of new materials from recent excavations of the site Aruchlo.

Key words: Georgia, Neolithic, Obsidian Tools, Scraper, Experimental and Traceological Analysis, Form and Function.

RESUMEN Se realizó el análisis traceológico al material lítico del antiguo asentamiento Aruchlo I ubicado en el este de Georgia, en la región de Kvemo Kartli. Estas investigaciones mostraron que las características tipo-morfológicas de varias clases de útiles no siempre se corresponden con su función. Por ejemplo, la forma y la función de los raspadores coincidieron completamente solo en 18 piezas de todo el conjunto de 39 útiles. Por el contrario, los otros tenían funciones diferentes o eran utensilios compuestos. El grupo de raspadores incluye no solo útiles empleados para el tratamiento de la piel, sino también instrumentos con otras funciones: el microanálisis nos permite identificar un material específico tratado, la forma de su tratamiento y, a veces, también un tipo de artefacto resultante. La falta de atención a tales evidencias conduce a un análisis incompleto del material, que, lamentablemente, se puede ver en las investigaciones de nuevos materiales de las excavaciones recientes del yacimiento Aruchlo.

Palabras clave: Georgia, Neolítico, Útiles de obsidiana, Raspadores, Análisis experimental y traceológico, Forma y función.

---

* O. Lordkipanidze Archeological Research Center of the State Museum of Georgia. *k.esakia@gmail.com*

Fecha de recepción: 16-10-2016. Fecha de aceptación: 1-06-2017.

INTRODUCTION

Regional differences were revealed in the 1960s by investigation of the settlements attributed to early agricultural culture found in the Caucasus. It was supposed to be one of the most ancient centers of the origin of a productive economy. Some of these sites are located on the territory of eastern Georgia in the Kvemo Kartli region. Archaeological materials from the sites were investigated rather well, radiocarbon dates were also made. They were gathered into one group according to cultural characteristics, and were attributed to Shulaveri-Shomu tepe culture, dated to the VI-IV mill BC (Chubinishvili, 1971; Kushnareva and Chubinishvili, 1970). Ancient settlements Aruchlo I-IV, located on manmade hills near the village Aruchlo, occupy a special place (fig. 1).

Archaeological material of the site (especially Aruchlo I) is diverse and includes household and domestic constructions, semi-subterranean dwellings, ditches, numerous ceramic vessels, bone and antler artefacts. Stone industry is comparatively rich and includes cores, scrapers, burins, borers, and numerous knife-like blades made from flint and obsidian. There are also stone axes, chisels, anvils with a depression in the centre, strangled fluted hammers, oval and round grinding stones, rubbing stones, pestles and mortars (Kushnareva and Chubinishvili, 1970).

Fig. 1.—The scheme of early agricultural settlements in the Kvemo Kartli region, Eastern Georgia.

TRACEOLOGICAL ANALYSIS

Traceological analysis based on the microscopic study of the use traces left on the tools' working edges (Semenov, 1957, 1968; Semenov and Korobkova, 1983; Korobkova, 1987) was conducted along with traditional archaeological methods of investigation (Chelidze, 1979) during the research of industries from Aruchlo. These researches showed that typological-morphological characteristics of various categories of tools do not always correspond with their function. This observation could significantly change the role of different activities involved in production while modelling the structure of ancient economy; for example, a broad functional diversity of various tools made from the fragments of blades can be observed: meat knives, saws, scrapers for wood, plane knives for wood and bone treatment etc. (Korobkova and Esakiya, 1984; Esakiya, 1984). Also it was determined that a range of tools was used for various functions. 229 implements from 1339 of the site Aruchlo I appeared to be composite tools (Esakiya, 1984).

Modern works on different sites, including Aruchlo I, showed that many conclusions were made basing on typological characteristics. A very well represented typological group from the industry of Aruchlo I – obsidian end-scrapers – will be studied here in order to show a fallacy of such an approach. They were made from the fragments of medium blades (width up to 1,5 cm) and medium flakes (3–2,5×1,5–2 cm). It must be noted that there are numerous traces of both ancient and recent damages (besides preserved use traces) left on obsidian tools, caused by materials' characteristics: these often complicate the determination of their function. However, careful analysis of working surfaces, along with experimental practice, could help correctly determine their function.

FORM AND FUNCTION

Despite typological homogeneity of scrapers, their function appeared to be more diverse. The form and function completely coincided only for 18 pieces from the whole assemblage of 39 tools from the collection of excavation of the site Aruchlo I conducted in 1983. By contrast, the others had different functions or were composite tools (fig. 2).

Scrapers (18 pieces), used for skin treatment, have well-defined use-wear traces, represented by a roundish margin of a working edge, clear linear features, a line of a bright lustre located both on a working part, and on adjoining parts (fig. 2:3; fig. 3:3). The degree of use-wear, compared to experimental tools (fig. 2:1; fig. 3:1), testify to a long-term use; moreover, some of the tools were operated in a reciprocating action, whereas others – either backwards or forwards. Clear traces of fastening in the handle could be identified on the backs of two tools.

Two scrapers on blades were used for skin treatment (fig. 2:10), and their lateral sides served as knife inserts for skin cutting (fig. 2:10). Edge micro damage, thin

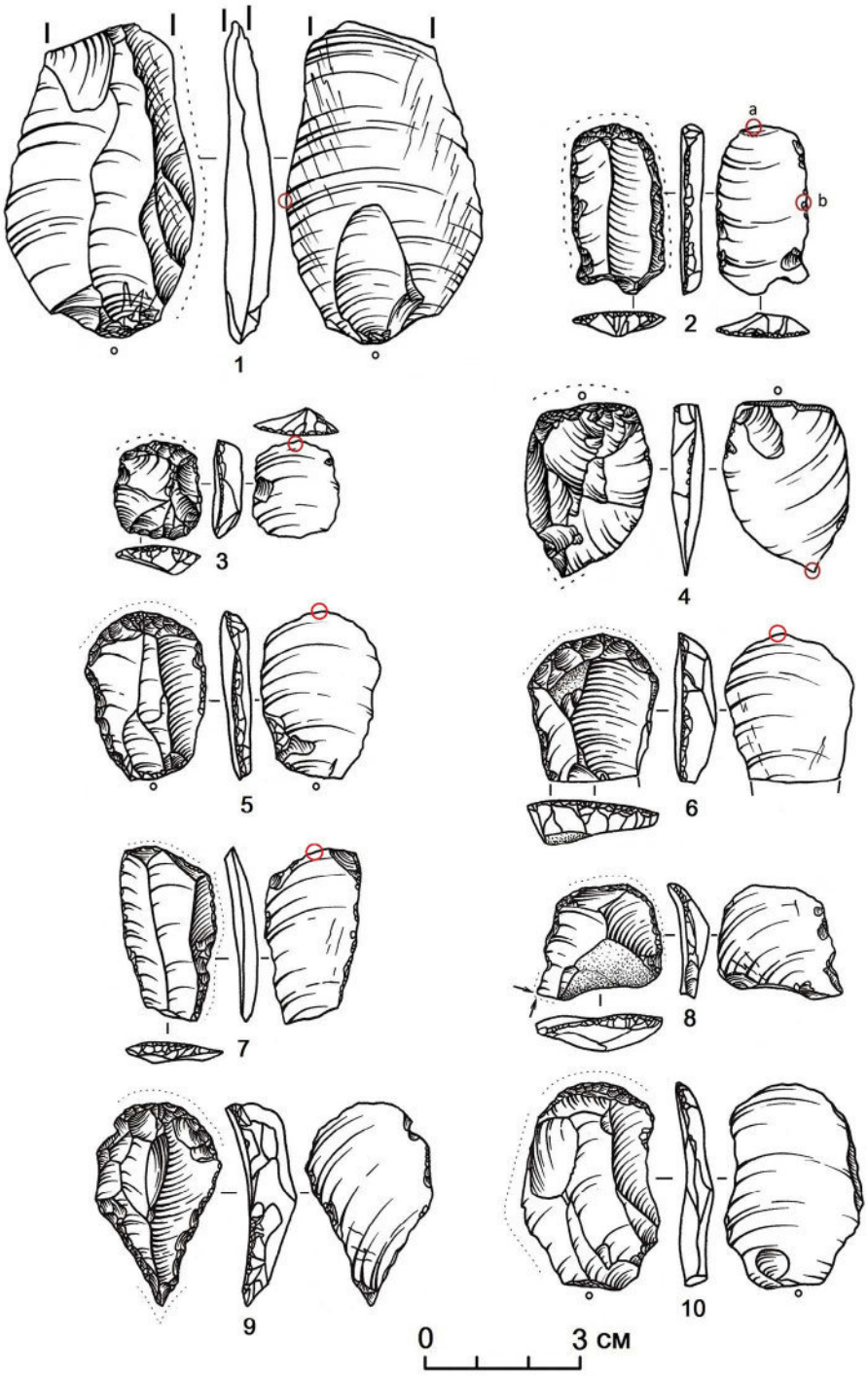


Fig. 2.—Scrapers from the site Aruchlo I.

CPAG 27, 2017, 133-139. ISSN: 2174-8063

linear scratches, located at an angle to the working edge, and a thin polished line alongside are typical use-wear traces for the latter function of the tool.

Two scrapers, apart from scraping of skin, have traces of use on the specially narrowed-up part of the back as an awl on soft material, probably skin (figs. 2:4,9; fig. 3:4). Their points have the roundness of the edges, parallel linear traces are located along the long axis of the tool, an insignificant shine on the tip of the point.

Eight tools were used as a scraper for wood treatment, four pieces are end-tools made on the fragments of blades: (fig. 2:7; fig. 3:7), and the others were made from flakes (fig. 2:5,6). Working edge of the first group included both end retouched edges, and untreated lateral sides with a use retouch appeared further on. Sections with linear features typical for scrapers were traced on retouched working edges of the flake tools. Deformation of a marginal working edge allows us to suppose that they were used for dry wood treatment: tools moved from itself (fig. 2:5,6; fig. 3:5,6) and backwardly forward, so the linear traces are multidirectional (intersect each other) (fig. 2:7; fig. 3:7). Polish is bright, smooth and can be described as slightly rounded. Traces of fastening in the handle could be identified on the backs of some of the heavy scrapers.

One tool was used as a scraper for wood treatment (fig. 2:8), and afterwards when it was broken, its back was transformed into a burin used for wood treatment. The traces of utilization are slight. The inner surface of facets has an insignificant shine.

Four other scrapers on blades were used only as knife inserts for meat processing, a specially retouched scraper working edge does not bear any use-wear traces. The linear traces are sufficiently numerous to provide a clear directional pattern indicating the use-action. Polish on these tools is bright to fairy bright, with only slight surface smoothing and located on both sides.

One of the studied tools on the blade's fragment was used consequently in two functions – its scraper part and one of the lateral sides were served as scraper for wood treatment, another lateral side served as a sickle's insert (fig. 2:2; fig. 3:2a,b). The scraper for wood has the typical characteristics of this tool: deformation of the working edge, linear traces are preserved only on the protruding sections of the deformed edge, linear traces are deep located on the ventral surface because it moved front (from itself). The linear traces on sickle's insert are comet-tailed, polish is bright and the edge is roundish.

Two tools did not bear any use-wear traces, the function of one tool could not be determined because of insignificant use-wear traces or a severe strain, that damaged the major part of the cutting edge.

CONCLUSION

Thus, the group of scrapers morphologically well defined from the site Aruchlo I, analyzed with experimental and traceological approach, included not only tools used for skin treatment: scrapers, scraper-burin, scrapers-knives, but also tools with other functions: scrapers and a scraper-burin, knife inserts for meat processing, sickle insert.

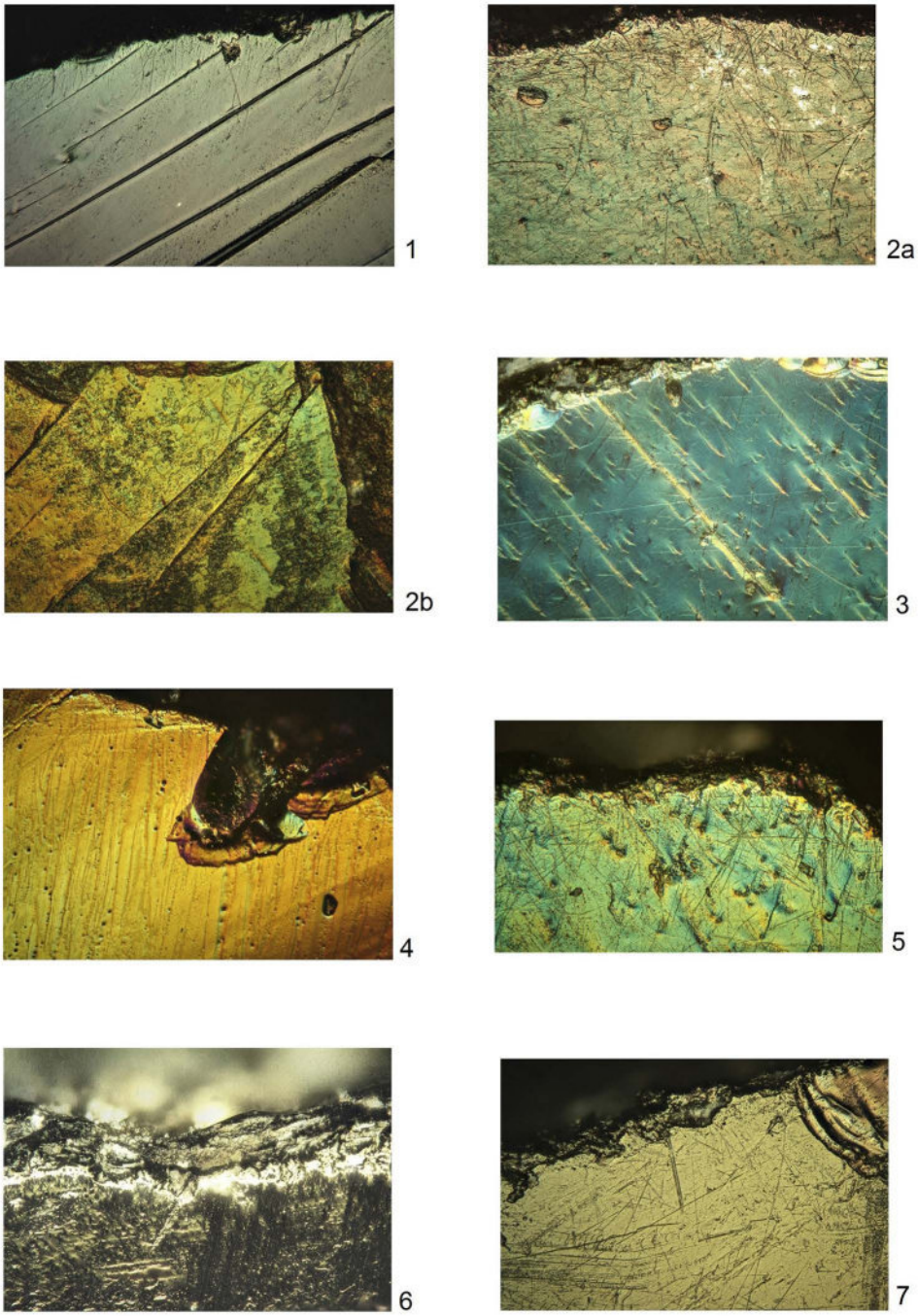


Fig. 3.—Microphoto of use-wear traces left on the tools from the site Aruchlo I: 1) an experimental scraper for skin (×200); 2a) scraper for a wood (×200); 2b) insert of a sickle (×200); 3) scraper for skin (×200); 4) awl for skin (×200); 5-8) a scraper for a wood (×200); 9) a scraper for skin (×200).

This data confirms a very common mismatch of morphological forms of tools and their function suggested by numerous researches. Microanalysis allows us to identify a specific treated material, the manner of its treatment, and sometimes also a type of a resulting artefact. Neglect of such evidences leads to an incomplete material analysis, which, unfortunately, can be viewed in the researches of new materials from recent excavations of the site Aruchlo. An increase of archaeological artefacts' number without thorough analysis has been recognized (Chikovani *et al.*, 2015). In view of this, it is important to highlight once again the importance of a complex study of industry conducted in order to solve questions concerning peculiarities of the development of the ancient economical systems.

REFERENCES

CHELIDZE, L. M. (1979): "Orudiya truda eneoliticheskogo poseleniya Arukhlo I (Raskopki Kvemo-Kartliskoy arkhelogicheskoy ekspeditsii Instituta istorii, arkheologii i etnografhii AN GSSR v 1972 g.)", *Materialy po arkheologii Gruzii i Kavkaza* 7, pp. 19-31 (In Russian).

CHIKOVANI, G., ABULADZE, D. and ZHVANIYA, D. (2015): *Poseleniya rannezemledelcheskoy kultury, izuchennye Kvemo-Kartliyskoy (Arukhlinskoy) arkheologicheskoi ekspeditsiey (1966-1988 gg.)*, kniga 1, Tbilisi (In Russian).

CHUBINISHVILI, T. N. (1971): *K drevney istorii Yuzhnogo Kavkaza. Drevnyaya kultura Yuzhnoy Gruzii (V-III tys. do n.e.) i problema stanovleniya, "Kuro-Arakskoy" kultury na Yuzhnom Kavkaze*, Mecniereba, Tbilisi (In Russian).

ESAKIYA, K. M. (1984): *Proizvodstva drevnikh zemledelchesko-skotovodcheskikh obshestv Vostochnoy Gruzii (po dannym eksperimentalno-trasologicheskikh issledovaniy orudiya truda)*, PhD Thesis, Leningrad (In Russian).

KOROBKOVA, G. F. (1987): *Khozyaystvennye kompleksy rannikh zemledel'chesko-skotovodcheskikh obchshestv yuga SSSR,* Nauka, Leninqrgad (In Russian).

KOROBKOVA, G. F. and ESAKIYA, K. M. (1984): "*Kompleksnoe izuchenie kamennoy industrii rannezemledelcheskikh poselenii Arukhlo II, III"*, Chelovek i okruzhayushaya ego sreda. Materialy po arkheologii Gruzii i Kavkaza 9, pp. 38-67 (In Russian).

KUSHNAREVA, K. Kh. and CHUBINISHVILI, T. N. (1970): *Drevnie kultury Yuzhnogo Kavkaza (V-III tys. do n.e.)*, Nauka, Leningrad (In Russian).

SEMENOV, S. A. (1957): *Pervobytnaja tekhnika (opyt izuchenija drevnejshikh orudij i izdelij po sledam raboty)*, Akademiya nauk SSSR, Materialy i issledovanija po arheologii SSSR 54, Moskva-Leningrad (In Russian).

SEMENOV, S. A. (1968): *Razvitie tekhniki v kamennom veke*, Akademija nauk SSSR, Leningrad (In Russian).

SEMENOV, S. A. and KOROBKOVA, G. F. (1983): *Tekhnologiya drevnikh proizvodstv*, Akademiya nauk SSSR, Leningrad (In Russian).

PRODUCTION AND USE OF LONG BLADES DURING THE CHALCOLITHIC IN NORTH-EASTERN BULGARIA

Producción y uso de las grandes hojas de sílex durante el Calcolítico del Noreste de Bulgaria

NATALIA SKAKUN *, BORYANA MATEVA ** and VERA TEREKHINA ***

ABSTRACT The Chalcolithic sites of Bulgaria are characterized by a large number of tools from Dobrudjian flint. Results of studying of flint items the main blank for which was the long blade, existence of workshops, a wide circulation of the same products in different regions of the country testify to high technological level of processing of flint raw materials, professionalism of craftsmen and specialization of flint production in economy of this time. Archaeological materials were studied by means of technical-morphological and experimental-traceological methods and ethnographic data were also used.

Key words: Chalcolithic, Dobrudjian Flint, Production and Utilization of Long Blades, Experimental-traceological Analysis, Ethnographic Data.

RESUMEN Los yacimientos calcolíticos de Bulgaria se caracterizan por presentar una gran cantidad de piezas de sílex de Dobrudjian. Los resultados del estudio de los artefactos de sílex, materia sobre la que se elaboraron las grandes hojas, la existencia de talleres, y de una amplia circulación de los mismos productos en diferentes regiones del país dan testimonio del alto nivel tecnológico del procesado de las materias primas silíceas, de la capacidad de los artesanos y de la especialización de la producción de artefactos sílex en la economía de esa época. Los materiales arqueológicos se han estudiado mediante métodos tecno-morfológicos y experimental-traceológicos, y también se tuvieron en cuenta datos etnográficos.

Palabras clave: Calcolítico, Sílex de Dobrudjian, Producción y uso de grandes hojas, Análisis experimental-traceologico, Datos ethnográficos.

* Institute for the Material Culture History of the Russian Academy of Sciences. *skakunnatalia@yandex.ru*

** Historical Museum of Isperikh. *boryamateva@yahoo.com*

*** Institute for the Material Culture History of the Russian Academy of Sciences. *terehinavera@mail.ru*

Fecha de recepción: 08-08-2016. Fecha de aceptación: 31-03-2017.

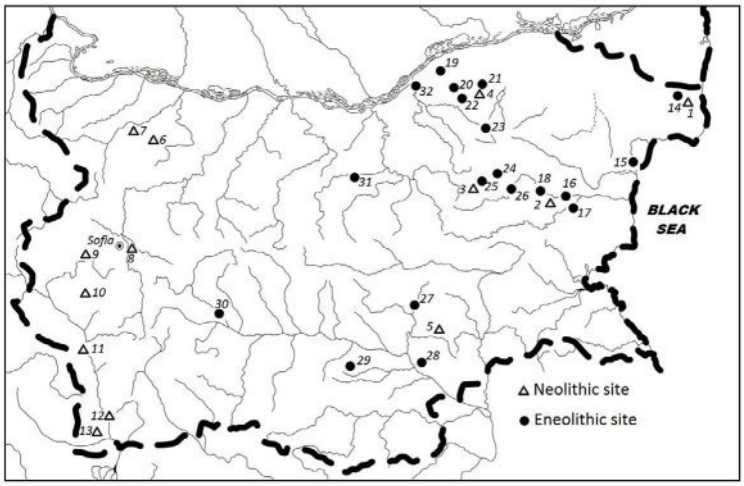
INTRODUCTION

Excavations of numerous Chalcolithic sites in the Balkans-Danube region and particularly in Bulgaria show phenomenal achievements of early farmers of South-Eastern Europe in various spheres of material and spiritual life (Todorova, 1979, 1986; Chernysh, 1982; Merpert, 1995). Studies of tool complexes allows to conclude that one of the reasons for high technological development of the cultures of that time were technical discoveries, which promoted economic rise at a higher level in comparison with previous periods.

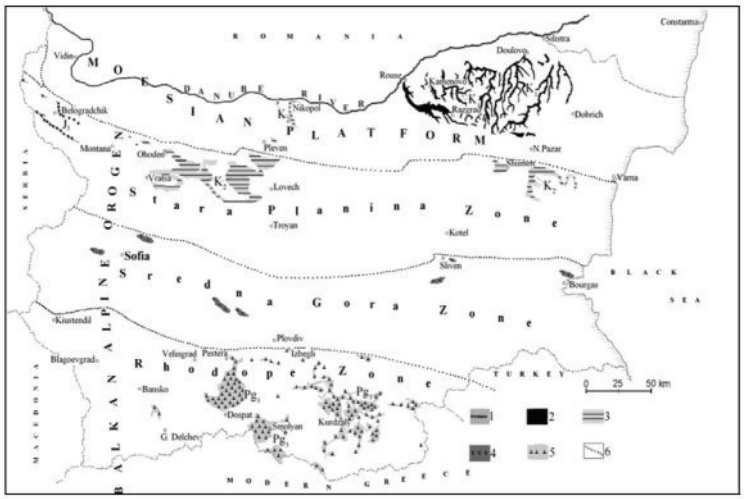
Mainly, the discovery of forging copper and gold, which led to cardinal changes in many branches of Chalcolithic economy, had great significance (Orlovskaya and Ryndina, 1978; Ryndina, 1993; Chernykh, 1978; Todorova, 1986; Skakun, 1984, 1987, 2006). But copper did not become the dominant raw material for tools making. This metal because of its physical and chemical characteristics and also because of the rarity and high price was used only for the production of specific types of tools and weapons. Mattocks, axes, adzes, chisels, awls were made of copper (Chernykh, 1978; Ryndina, 1993), scarcely cutting and scraping tools, which according to experimental data, quickly turned dull and showed little effectiveness in work (Semenov and Korobkova, 1983; Skakun, 1987, 2006). That is why flint remained the main raw material for tool production during the Chalcolithic. This fact allows treating this part of the inventory as the most archaic, direct continuation of Neolithic traditions. But complex study of mass tools and corresponding materials from sites of Bulgaria (Blatnitsa-Durankulak, Usoe, Ovcharovo-gorata Sborjanovo-Helis, Kovatchevo, Gradeshnitsa, Slatina, Pernik, Galabnik, Balgartchevo, Damianisa, Topolnitsa) (fig. 1:a) shows that during the Chalcolithic period serious changes took place in stone working as compared with the Neolithic (Skakun, 1981, 1992a, 1992b, 1994, 1994a, 2006; Skakun *et al*., 2016; Mateva, 2003, 2009, 2011, 2014).

METHODS

Investigations of flint materials were carried out by a complex method, including analysis of raw materials, a comprehensive study of the features of the flint knapping technique, the morphological classification of blanks and tool types, the use of traceological analysis by a binocular microscope (magnification up to 100), and the Olympus metallographic microscope (100 and 200 magnification). The fixing of the traces of recycling was carried out using a Canon EOS 400 SLR camera. In addition, numerous experiments were used to determine the purpose of the tools, and ethnographic data were also used (Semenov, 1957; Korobkova, 1969; Korobkova *et al*., 1982; Skakun, 2006; Skakun and Plisson, 2014).



a



b

Fig. 1.—a) Location of the Bulgarian sites mentioned in article. Neolithic sites: 1. Blatnitsa-Durankulak; 2. Usoe; 3. Ovcharovo-gora; 4. Sborjanovo-Helis; 5. Kovatchevo; 6. Ohoden; 7. Gradeshnitsa; 8. Slatina; 9. Pernik; 10. Galabnik; 11. Balgartchevo; 12. Damianisa; 13. Topolnitsa. Chalcolithic sites: 14. Durankulak; 15. Varna Necropolis; 16. Savva; 17. Goljamo-Delchivo; 18. Smjadovo; 19. Kosharna; 20. Ravno; 21. Sborjanovo-Demir Baba teke; 22. Kamenevo; 23. Radingrad; 24. Poljanica; 25. Ovcharovo-tell; 26. Vinica; 27. Djadovo; 28. Drama; 29. Dolnoslav; 30. Junacite; 31. Hotnica; 32. Ruse. b) Geological map of the main types of flint-born rocks in Bulgaria (Gurova and Nachev, 2008:32): 1 – Upper Jurassic limestones (Oxfordian age) with siliceous concretions (J3 ox) – Hemus flint; 2 – Low Cretaceous (Aptian age) limestones with siliceous concretions (K1a) – Luda Gora flint (Dobrudzha flint); 3 – Upper Cretaceous chalk and chalk-like limestones (Campanian and Maastrictian ages) with siliceous concretions (K2 cp-m) – Moesia flint; 4 – Upper Cretaceous volcanogenous rocks (Coniacian, Santonian and Campanian ages) in Sredna Gora Zone (K2Cn-Cp) – Sredna Gora atypical flint; 5 – Chalcedony veins in Oligocene volcanogenous rocks in Rhodope Zone (Pg3) – Rhodope atypical flint; 6 – boundary between tectonic zones.

RESULTS

Raw material and treatment

The small flint pebbles from local alluvial deposits were used during the Neolithic at the whole territory of Bulgaria including the Thracian valley, and medium sized regular blades were main blanks for tools (Kunchev, 1967, 1988; Skakun, 1981; Gatsov, 1992; Gurova, 2005, 2009). Exploitation of a new type of flint raw material – large nodules of Cretaceous flint from outcrops of the North-Eastern Bulgaria, rich in its various types, begins at beginning of the Chalcolithic (Kunchev, 1967, 1988; Skakun, 1981, 1984; Mateva, 2009, 2014).

Geological and archaeological investigations show that three main types of flint were used in ancient times on the territory of Northern Bulgaria: Upper Jurassic, Lower Cretaceous, and Upper Cretaceous (Nachev, 2009; Distanov, 1974). Flint of gray color of the Upper Jurassic age (the Oxford horizon) is met in small pebbles in the western part of Northern Bulgaria in the region of the Stara Planina Mountains (Nachev, 2005, 2008). It was used during the Upper Paleolithic. Flint of Upper Cretaceous chalk is widespread in whole Northern Bulgaria. It was used during the Neolithic time in most settlements (Sirakova, 2006; Gurova, Nachev, 2008; Bonsall *et al*., 2010). Its outcrops near the town Shumen-Chakmal'k Gyusu (the eye of flint) and Sadovets were described by the brothers H. and K. Shcorpil in late XIX century. This is a raw material of yellowish-brown and gray color with many intrusions and worm-like cavities. Despite the large size of the nodules it was not used during the Chalcolithic because of its irregular shape. Researchers thought with good reason that it was because of its poor quality for knapping (Shkorpil and Shkorpil, 1892).

Following geological and petrographical studies the flint with best physical and technological properties is the Aptian flint (Lower Cretaceous period) enshrined in the limestone layers of Ludogorie, northeastern Bulgaria (Kunchev and Nachev, 1984; Kunchev, 1985; Nachev, 2009) (fig. 1:b). Although the name adopted in archaeology is Dobrodjian flint (Comşa, 1976).

This type of flint varies from honey-yellow to gray in color. It is met as single nodules and lenses in limestone along the banks of river valleys (dry nowadays), and also in a secondary deposition at the Razgrad Plateau and Samuil Hills (Kunchev *et al*., 1981; Nachev, 2009) (fig. 2:a,b). Nodules are large (their size varies from 20 to 70 cm) with regular ellipsoidal shape without cracks and intrusions, and are considered the best raw material for tool production (Kunchev, 1978; Kunchev and Nachev, 1984; Kunchev *et al*., 1981; Skakun, 1984, 1985, 2006; Comşa, 1976; Todorova, 1986; Mateva, 2009, 2011, etc.). Despite the fact that the types of flint from different geological periods described above are similar in color, the Apt flint from Ludogorie singles out with its morphological and structural features. There are nodules of different shapes of this flint: irregular, sub-rectangular elongated, but spherical and ovoid nodules prevail. As a rule, they have homogenous fine grained

Fig. 2.—a) Example of Dobrudzha flint bedding; b) Big concretions of flint.

structure of the flint without cracks and intrusions, and this features made it the most suitable raw material for large blade industry (Kunchev *et al*., 1981).

These variations of flint raw materials of different genesis and from different outcrops were found out by ancient craftsmen during the Chalcolithic (V millennium BC). They started its exploitation, which lasted till the middle of the XX century when this raw material was used by Bulgarian craftsmen for the production of inserts for thrashing sledges (Vakarelski, 1977; Marinov, 1982; Skakun, 2006). The Dobrudjian flint is embedded not deep under the loess deposits in dense streaks of weathered chalk layers that is why during the Chalcolithic it was extracted from shallow pits. During that period the same method was used in many regions of Europe,for extracting flint from deeper deposits mines were used (Belgium, France, Poland, Belorussia, Ukraine and others) (Gurina and Kovnurko, 1964; Mallet, 1992; Marquet, 1999; Plisson *et al*., 2002; Capote *et al*., 2011; Tzvek *et al*., 2012; Piotrowska *et al*., 2014; Bostyn, F. and Giligny, 2014).

The primary treatment of Dobrudjian flint took place in special workshops, which located near flint outcrops at a long distance from the settlements – Kriva reka (Kunchev *et al*., 1981; Skakun, 1984, 1987, 2006; Sirakova, 2006); in workshops near settlements – Ravno (Kunchev, 1985), and also in workshops at the settlements – Chakmaka and Kamenovo (Mateva, 2003, 2008). Probably, the desire to find the highest quality raw material which allowed the production of tool blanks of a new type – the super regular blades with optimal technical features, was one of the reasons for the variability of placement of workshops for the primary treatment of flint within the relatively small territory of Ludogorie. These blanks have straight or slightly curved profile, parallel sides with sharp straight edges, sub triangular or trapezoidal cross section, very thin along the entire blade, thinning near the distal end and thickening near the striking platform and the bulb. Striking platforms are not large, flat or with two scars on their surface (fig. 3). There is a unique item which is 44 cm long, many others are 25-30 cm, and artefacts about 15-20 cm long and 2-4 cm wide are not a rarity. Such blanks of standard size differ significantly from blanks of the Neolithic time with their less pronounced standardization and irregular shape. Finds of cores and production waste allow reconstruction of some details of the process of flint knapping (fig. 4). As a rule, oval elongated nodules were selected. A well developed technology was used for obtaining blanks with regular geometric proportions. It included specific ways of treatment of the core and crests on it, treatment of the detachment face, faceting of the striking platform and its rejuvenation after detachment of blades. Selection of tools for flint knapping was important for its success. Experimentators consider that similar quality of flint knapping was impossible without the use of lever and probably with the copper tipped pressure flaker; heat treatment was also probably used (Pélegrin, 2002; Crabtree, 1967, 1972). Following these rules supported high quality of knapping which made possible the production of large blanks designed for the manufacture of the major part of various tools. It is important to note that these tools were wide spread and most of them were made from Dobrudjian raw material. They compose the largest number of inventories at many Chalcolithic sites in Bulgaria and are represented

Fig. 3.—Blades from Dobrudzha flint (tell Sava).

by various tools types made from large blade fragments, and by blanks (fig. 5). *Out of the territory of workshops cores and production wastes are smallest, and on some settlements they are absent at all.* Such phenomenon is observed at sites of the North-Western Bulgaria – Polyanitza, Golyamo Delchevo, Durankulak, as well as at the settlements of the Thracian valley – Dolnoslav, Chalcolithic layers of Dyadovo, Yunatsite and others (fig. 1:a).

Technical-morphological and experimental-traceological analysis of flint material

The observations indicate that not raw material, but only finished artefacts in the form of blades and their fragments were imported to sites situated far from outcrops of the Dobrudjian flint. Their standard size and shape led to pronounced series of similar tools among which the share of accidental or transitional forms is insignificant. The main types are represented by end-scrapers, several kinds of

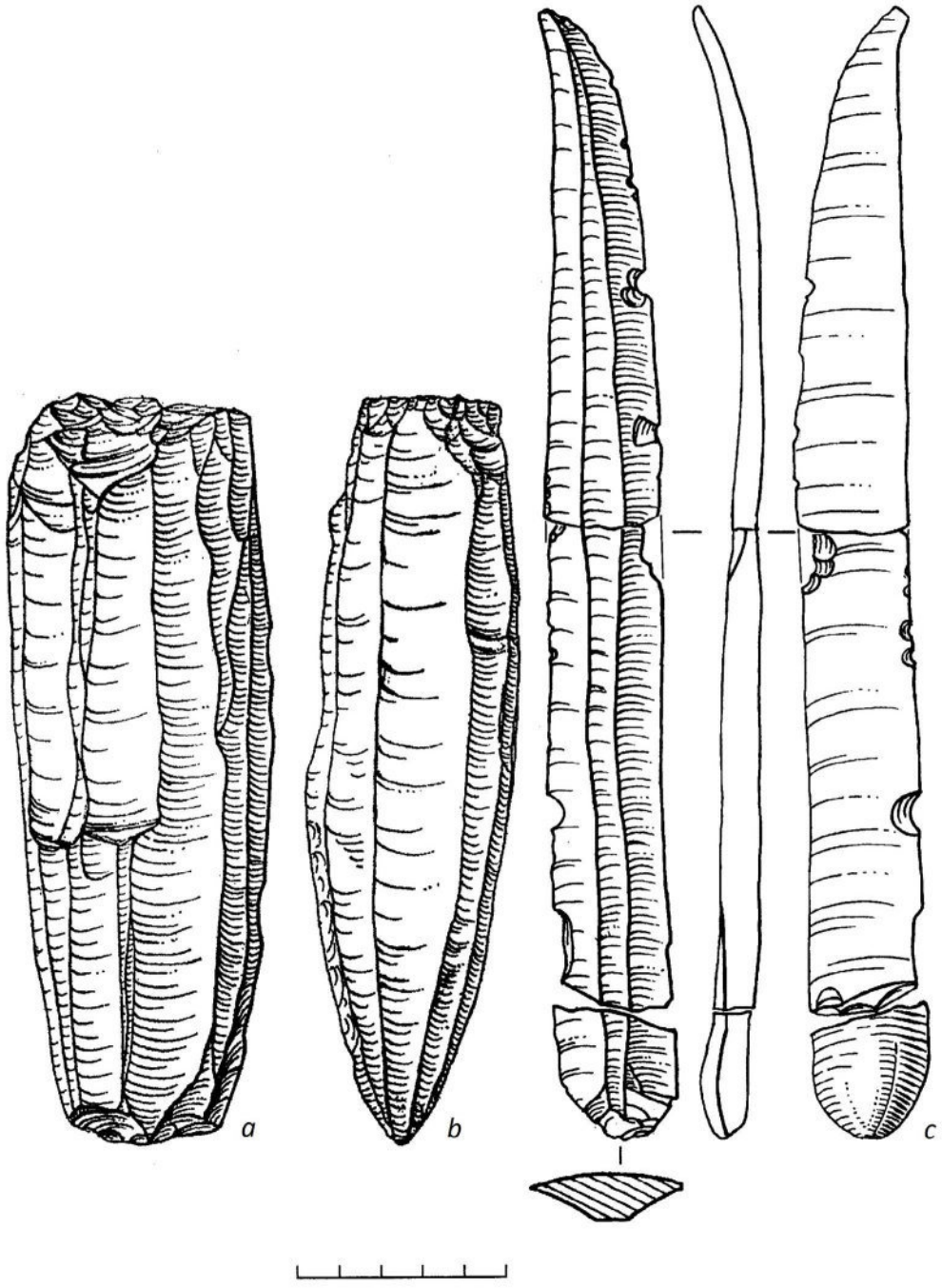


Fig. 4.—a, b) Cores from Dobrudzha flint (tell Durankulak); c) Blade from Dobrudzha flint (tell Goljamo-Delchivo).

borers, burins, retouched blades. Single arrowheads, dart heads, and axes are also met. Blade fragments without secondary treatment which could be used without any extra modification thanks to sharpness of their edges compose the main part of imported artefacts. Various kinds of regular retouch were used if needed. Similarity of tools of the same type was achieved also by special selection of one or the other part of a blade for the manufacture of tools for specific purpose. Their size was regulated up to preset limits with the help of controlled fragmentation of blanks in special devices. For example, end-scrapers which withstood strong pressure during work, were made as a rule from lower solid parts of blades from 6 to 9 cm long. Experiments showed that such dimensions were most suitable for the use of tools without a handle. Rod drills (2,3-3 cm long) were made from the strongest part of a blade near its crest. Standardization and serial production were characteristic not only for typologically definite tools, but also for inserts of cutting tools (fig. 5). Thus medial fragments of blades are divided into groups according to their size. Use-wear studies showed that each of these groups had its own functional purpose.

The new blank type led not only to standardization of tools, but promoted appearance of new specialized instruments. Thus systematic use of two handled planes for hide and wood work became possible only with the appearance of the Chalcolithic blades, because other blanks lacking their strength and size were not effective for such work.

Archaeological facts allow speaking about deeper specialization of the flint working production during the Chalcolithic. During the Neolithic flint knapping and tool production is documented only in dwellings and near them. However, during the Chalcolithic workshops for primary treatment of flint emerge near places where flint was mined, and tool production was carried out at nearby settlements (Skakun, 1993a). Half finished artefacts and finished tools often without use-wear traces were found there. Some of them were transported to distant regions. Artefacts from local flint could not compete with imported ones not only because of the low quality of local flint but also because of the different skills of people involved in flint processing. The data indicating import of finished tools points at specialization of flint working production which demanded the presence of professional craftsmen. The main characteristics of the development of the flint processing during the Chalcolithic are:

— The use of large nodules of flint,
— Improvement of technology of its knapping,
— Obtaining optimal blanks,
— Specialization of production,
— Appearance of professional craftsmen.

We can consider the complex of these features as qualitatively new event which defined main trends of development of flint tools. Similar situation is observed in some other regions of Europe, for example, in Tripolye culture of the Ukraine in Kremenets mountains (fig. 6) (Skakun, 1993b, 1996, 2004).

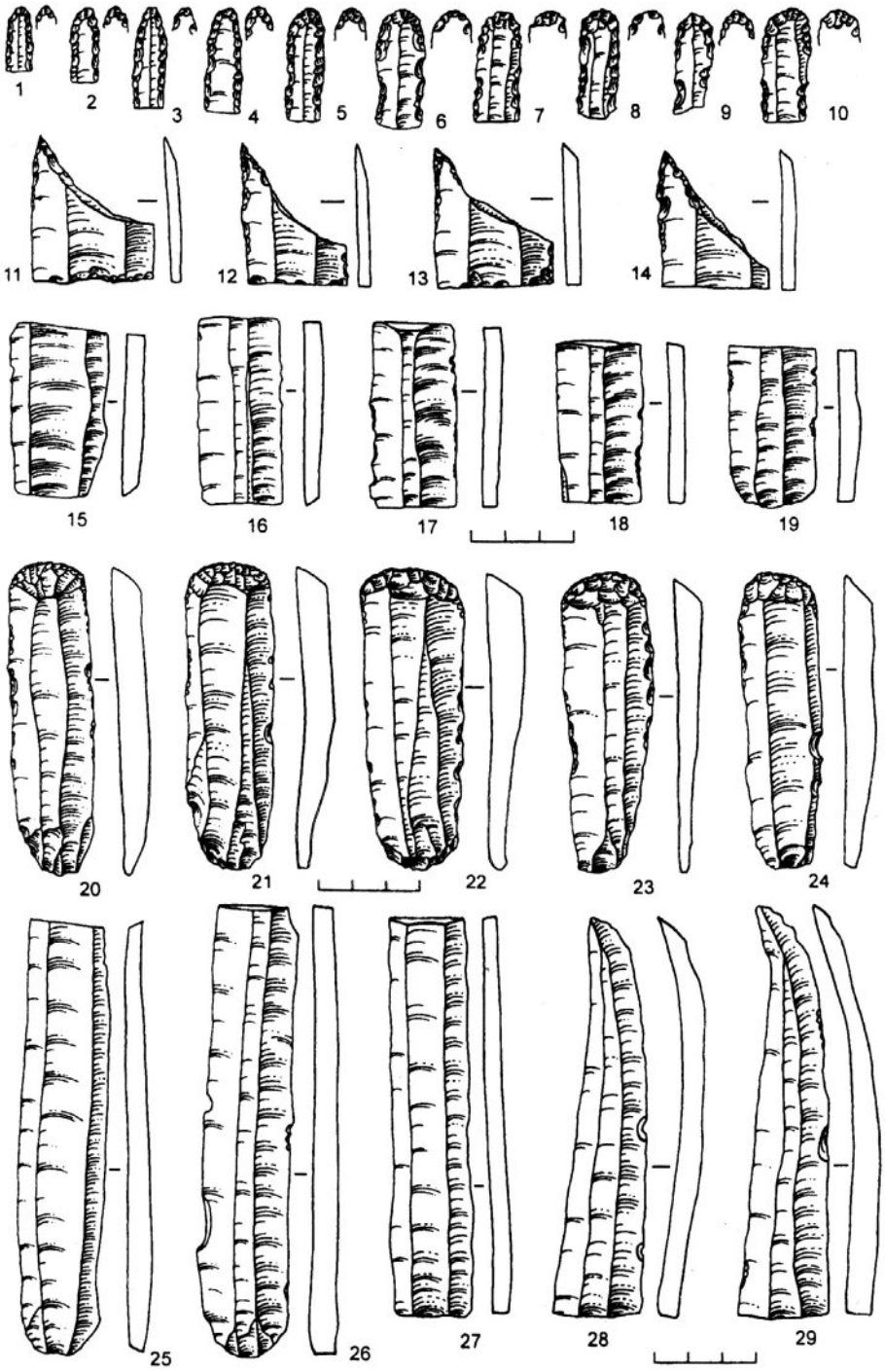


Fig. 5.—Tools from the Bulgarian Eneolithic settlements Goljamo-Delchevo and Durankulak.

Fig. 6.—a) Core from the Tripolian settlement – Chalcolithic flint processing workshop Bodaki, the northwest of Ukraine; b) Core from the Volhynian flint, the northwest of Ukraine.

Use-wear and experimental studies of tools found at Neolithic and Chalcolithic settlements of Bulgaria allow determining the purpose of many instruments and define those which appear during the Chalcolithic period (Skakun, 1982, 1982a, 1984, 1985, 1987, 1992, 1992a, 1992b, 1993a, 1993b, 1993c). In such traditional branches of economy as hide and wood processing besides tools which were known earlier – scrapers and others, new instruments appear, for example, inserts of scrapers-adzes, knive-adzes, and rod-shaped drill for wood.

Medial parts of large and very large blades of standard size (3-4,5×2-3 cm) without secondary treatment were used as blanks for scrapers-adzes. Even the naked eye can observe that many tools of this type are entirely worn. Their working edges – lateral sides – are very dull, and their ends are rounded as a result of the long-term use. Working edges are evenly worn along the whole length of the blade, which indicates an even distribution of the force applied during the work, possible only when the tool is used in a two-handled haft. The working edge of the inserts is smooth, with rounded profile and slightly displaced towards the ventral side. One can observe typical luster upon it and linear traces in the shape of short deep striations, running transversally to the working edge. Such use-wear is typical for hide processing tools and its intensity and high relief of linear traces indicate that the hide was placed upon a hard base during the work. Based on the obtained observations a reconstruction of these tools was made and possible ways of working with them were tried.

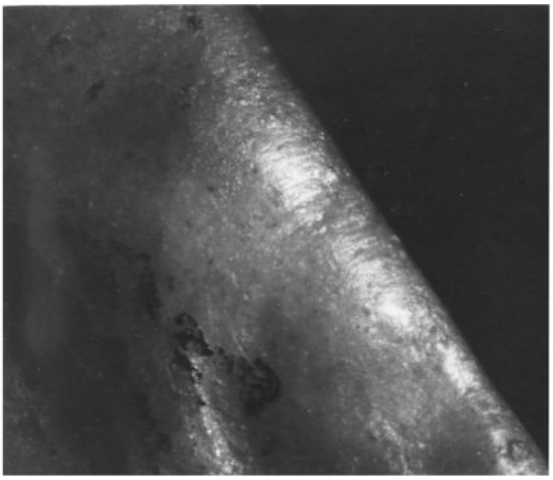
Experimental scrapers-adzes are tools with wooden curved handle; the distance between its ends is 35-40 cm (fig. 7:1-3). A groove where the flint insert was placed was made in the center of the handle. The work with such tools was most effective with the use of a special lathe – well planed log, the upper part of which was fixed firmly in a trestle, and the lower end was resting against the ground. The person performing the experiment treated the hide which was placed at the upper part of the lathe, pressing it to the log and moving the plane with two hands forward and backwards (fig. 8:b). The inserts entirely corresponding to the ones from archaeological collections, were most suitable for such work. Inserts which were not so regular, with higher crest caused difficulties for the movement of the plane, fell out from the groove and sometimes tore the hide and that is why they were not so effective. Thinner inserts made from smaller blades did not withstand strong pressure and quickly broke and the working edges of the larger tools were used partially. The character and degree of the use wear of experimental tools are identical to corresponding characteristics of archaeological tools (fig. 8:a). Experiments showed that the shape of the handle of the scraper-plane and the work with it on the lathe demand inserts of the definite type. It is most important that the inserts should have necessary size and shape.

Nowadays in some villages of the Odessa region hides are processed in a way similar to the described above. Ethnographic evidence shows that this way of hide processing is also common in whole Southeastern Europe (fig. 8:c).

There is one more type of inserts which was used in hide production among the Chalcolithic tools. Unretouched medial parts of blades of standard size (3-4×2,5-3

Fig. 7.—Reconstruction of scrapers-adzes: 1-3 for hide; 4-6 for wood.

cm) were also used for their production. A strip of luster is seen on their lateral working sides, and the very edge is erased to such degree that it became flat. Transversal lines occupy its entire length. Such use-wear is characteristic for hide working tools. But the intensity of wear indicates that these tools could not have been used as scraping instruments. Two groups of tools of this type were identified. Inserts of the first group have blades with sharp angles. One end of the working edge of inserts of the second group is dull and rounded, the other is sharp. Evidently inserts of the first group occupied the middle position in the composite blade of the instrument and were tightly pressed to each other, and inserts of the second group occupied the marginal position, and that is why only one of their angles was rounded.



a

b

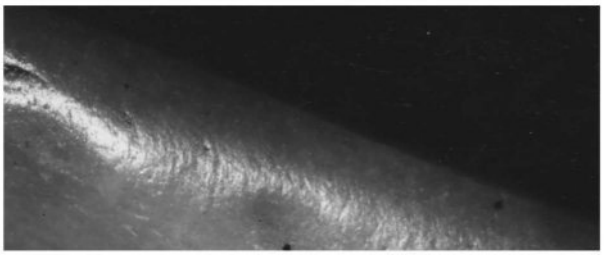
c

Fig. 8.—a) Microphoto of the working part of scraper-adze for hide (×100); b) Work with a scraper-adze; c) A furrier of the Nagornoe village, the Ukraine, 1985.

The character of macro- and micro- wear observed at these tools indicates that the described blade fragments composed the working part of the lathe which was used for the final treatment of hides (crumbling and stretching) and also for detachment of hair during leather production.

Experiments in hide processing confirmed and supplemented use-wear observations. A stick (3-4 cm in diameter) was fixed in a slanting position in an immobile lathe base. A groove was made in the outer surface of this stick. Flint inserts fixed with fruit glue were placed in the groove. It is possible to avoid damage of hides while processing them with such lathe only if the working edge of the instrument is straight and smooth. Inserts, making the working edge of the tool should be placed very firmly to each other without chinks and they should protrude from the groove at the same height. Thanks to their standard size it was possible to make a blade of the desired configuration. Experiments showed that the most useful length of the working part of tools of this type was 10-15 cm, what demands two or three inserts (fig. 9:a). The worker placed the hide over the composite blade and moved it from left to right and from right to left, changing parts being worked (fig. 9:b). Pressure upon the composite blade causes formation of small pecks immediately after the start of work. Because this work did not demand very sharp working edge, blades composing the instrument were used for a rather long time. This fact explains severe use-wear of inserts found during excavations. After the experiments were finished authors managed to find ethnographic parallels to this device. In Bulgarian villages similar hide working device with a working edge made from metal, called "kositsa" was widely used up to the middle of the last century (Vakarelski, 1977). Hide working with the help of "kositsa" was done in the same manner as with the reconstructed device (fig. 9:c).

Use-wear studies identified new instruments in wood working production, where in parallel with scrapers-adzes, knives-adzes and other tools known long ago, the use of planes made from medial parts of blades (3-4×2-3 cm) started. Macro- and micro- use wear is observed on planes over the whole length of their blades, the ends of which are rounded as a result of work. These features are characteristic for inserts of tools used in two-handled haft. We call tools for whittling wood knives-adzes. Tools for scraping wood are called scrapers-adzes. Macro use-wear in the shape of a chain of flat large and small facets and pecks running along the blade in one or two rows is typical for knives-adzes. Interrupted stripe of polishing running along the edge and linear traces – long striations perpendicular to the edge or at some angle to it are observed at their working edges. Macro use-wear at scrapers-adzes is of different character. It is in the shape of vertical multi step pecking, facets of which are arranged in two or sometimes in three rows partly overlapping each other. The smallest facets are on the very edge of the working blade of the instrument. The blade of the scraper-adzes is slightly concave in plan and uneven in profile (fig. 7:4-6). Linear traces – short striations transversal to the working edge are preserved only at some non pecked parts of the edge (fig. 10:a). In the process of work, the planes of both types were held with both hands. The working edge of the knife-adze was placed obliquely to the worked surface, and the tool was moved forward.



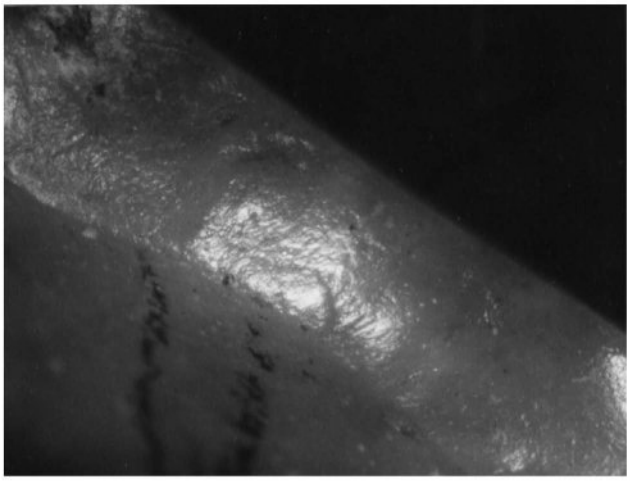
a

b

c

Fig. 9.—a) Microphoto of an insert for a hide-working device (×100); b) Work on a hide-working device; c) Work with a "kositsa" (Vakarelski, 1977).

The working edge of the scraper-adze was vertically placed, and the instrument was moved forward and backward. The processed objects were pressed against the ground or fixed in a trestle for better stabilization. During experiments tools with an insert placed in the central part of a straight or curved handle were used. It was more convenient to process flat surfaces with straight planes, and convex surfaces – with curved ones. Experiments showed high effectiveness of wood working planes. Ethnographic materials of Bulgaria give direct analogies to wood working tools, found during archaeological excavations. We speak about the metal two handed tool – "rukan" which is still used in modern villages (fig. 10:b).



a

b

Fig. 10.—a) Microphoto of working part of a scraper-adze for wood (×100); b) Working with an experimental a scraper-adze for wood like ethnographic "rukan".

Rod-shaped drill like borers for a mechanical boring lathe was also discovered among the tools of Chalcolithic cultures of Bulgaria (fig. 5). They are made from the strongest part of a blade bordering its central crest. Borers have standard length – 2-2,5 cm. Lateral sides of their points are symmetrically erased to such degree

that borders of facets forming the working part of the instrument became smooth from work. The tip is also severely worn. The lateral sides and the tip display luster and circular linear traces. Besides borers clay discs from 15 to 18 cm in diameter and about 3,5 cm thick were found in Chalcolithic settlements in Bulgaria. They have a hole in the center about 2,5 cm (Todorova *et al*., 1975). Deepened grooves from fingers are visible at their sides indicating formation of these discs by hand. No traces of attrition or rounding are observed around the central holes. It indicates that these discs were not used as weights for a loom or net sinkers. Traces of attrition and regular circular lines are visible inside the holes of the discs. These facts allow proposing that these discs were used as a fly-wheel of a disc drilling lathe. This supposition was tested by experiments. The latter showed that the size and weight of these discs fit well to a drilling lathe which had the borer similar to Chalcolithic ones. Two-centimeter thick plank was perforated in less than one minute with the help of such drilling lathe. Planes and disc drills significantly enlarged the wood working set of the Chalcolithic tools and widened the sphere of operation for treatment of this material. All this allows considering that during the Chalcolithic the technology of leather and wood processing became more complex, which promoted further specialization of these branches of production.

Development of agriculture as one of the main branches of production economy on the territory of modern Bulgaria is dated to the Early Neolithic (Georgiev, 1974; Kunchev, 1967; Todorova, 1981; Todorova and Vaisov, 1993; Nikolov, 2008, 2012). The set of agricultural tools including soil working, harvesting and grain processing tools was formed at the same period. During the Chalcolithic a part of these tools faces changes connected with the spread of a new type of blanks – medial fragments of large blades. Some agricultural tools emerged on the same basis only during the Chalcolithic (Skakun, 1987). The Chalcolithic harvesting tools are similar in construction with Neolithic sickles of the Karanovo type (Nikolov, 2012) (fig. 11:b), but Chalcolithic inserts somehow differ from the Neolithic ones. As already stated above the new type of blade blanks appeared in the Chalcolithic flint industry. The Chalcolithic sickle inserts are fragments of medial parts of large blades usually standard in their shape and size (2-2,5×3-4 cm). Such unification of inserts of the harvesting tools allowed obtaining a denticulate edge of the necessary configuration (Skakun, 1993). Numerous experiments showed the high efficiency of sickles of this type (fig. 11:b,c). Typical mirror polish and "comet-like" traces were formed at inserts of experimental harvesting knives already after several hours of continuous work (fig. 11:a).

The inserts of a thrashing sledge are one of such new types of agricultural tools which could be recognized by the use-wear method. They are usually made of medial parts of large blades with standard size. Flat ventral trimming which makes the insert thinner is observed at the ends of some blanks. The working part of these tools which is situated nearer to one angle of the blade fragment is severely worn, rounded, sometimes deformed. Well preserved parts of edges have round cross section. Polishing at both sides of the working edge of thrashing sledge inserts resembles the luster on sickle inserts. But the borders of the latter are not so clearly

pronounced, and macro- and micro- wear of these two types of tools are principally different. Blades of sickle inserts are never severely worn; the linear traces observed at these tools are of "comet-like" shape. Micro-wear of thrashing sledge inserts is characterized by deep striations with friable sides, which run parallel to each other and at an acute angle to the working edge of the insert. Difference in micro- and macro- wear of both tool types indicates the difference in the cinematic of their work (fig. 11:d).

A thrashing sledge made in the thirties of the XIX century was used for testing of the use-wear observations. Parts of flint blades without use-wear traces were inserted in the slots from which original inserts fell out. Comparison of experimental, Chalcolithic and ethnographic inserts showed that the macro- and micro- use-wear was the same in all three groups of tools. This conclusion proves validity of the use-wear definitions. Inserts thrashing sledge are found in materials of ancient farmers of southern Europe and the Middle East (Skakun, 1981, 1987; 1992, 1993, 2006; Jensen, 1993; Anderson, 1999, Anderson *et al*. 2004; Van Gijn *et al*., 2014) (fig. 11:e,f).

Thus studies of the tools from Chalcolithic sites of Bulgaria show that new tools emerged in many branches of production, and well known old tools were modernized. Achievements in the technology of flint knapping, which reached its highest level of development and exhausted possibilities of its further amelioration played significant role in this process (Skakun, 1984, 1987, 1996). New type of blank emerged – large super regular blades which made possible construction of new instruments.

By use-wear analyses new, unknown earlier tools were recognized among medial fragments of blades without secondary treatment – inserts for thrashing sledge, and for planes for hide and wood processing, and for hide processing lathe; rod-like borers for disk drilling lathe. It is interesting to note that tools intended for the same working operation display clearly pronounced standardization. Optimal size and shape of blanks were established for different instruments. Such high level of standardization promoted high differentiation of tools by operation, which is well illustrated by instruments for hide, leather and wood processing.

CONCLUSIONS

Thus analyses of raw materials and technological-morphological studies of artefacts for flint processing from Neolithic and Chalcolithic settlements of Bulgaria demonstrate crucial differences between Neolithic and Chalcolithic flint industries (Skakun, 1981, 1993a, 2006; Kunchev, 1967; Gatsov, 1992; Sirakov, 2002). Studies of these materials and experimental works allow saying that in the beginning of the Chalcolithic, besides the change of raw material, important changes in the technology of its treatment occurred and new methods of knapping emerged. Among them was the lever method which made possible the obtaining of large regular blades in the process of splitting of large nodules of flint (Skakun, 1981, 1987, 2006; Pélegrin, 2002). North-Eastern Bulgaria was such a region, where flint mining and production

Fig. 11.—a) Microphoto of an insert from sickle (×100); b) Karanovo type sickle; c) Experimental harvesting; d) Microphoto of an insert from a threshing sledge (×100); e) Ethnographical threshing sledges from Nagornoe village, the Ukraine, 1982; f) Ethnographical threshing sledges, Bulgaria (Vakarelski, 1977).

of flint tools achieved the highest level, and its output spread over vast area (Shkorpil and Shkorpil, 1892; Popov, 1928; Yavashov, 1930; Georgiev, 1958; Kunchev *et al*., 1981; Skakun, 1984, 1987, 1999, 2004, 2008; Gatsov, 1992).Cardinal changes in flint working and also hide and wood working branches of production indicate that in the Chalcolithic cultures of Bulgaria their transformation from home activities

into specialized branches of prehistoric handicraft started. Appearance of new agricultural tools indicates new level of agriculture (Skakun, 1982a, 1985, 1987, 1992, 1993; 1993a). These qualitative changes in the economy were probably the basis for the flourishing of the Chalcolithic cultures in the Balkan area.

ACKNOWLEGMENTS

The research was carried out within the framework of the program of fundamental scientific research of state academies of sciences on the topic of state work: No. 0184-2018-0006 "Production and use of tools in the Paleolithic, Neolithic and Bronze Age (technological, traceological and experimental study of archaeological materials)" and RFBR grant n.º 16-06-00546.

REFERENCES

ANDERSON, P., C. (1999): *Prehistory of agriculture. New experimental and ethnographical approaches*, Institute of Archaeology, University of California, Monograph 40, Los Angeles.

ANDERSON, P., CHABOT, J. and VAN GJIN, A. (2006): "The functional riddle of «glossy» Canaanean blades and the Near Eastern threshing sledge", *Journal of Mediterranean archaeology* 17, pp. 87-130.

BONSALL, C., GUROVA, M., HAYWARD, C., NACHEV, CH. and PEARCE, N. J. G. (2010): "Characterization of 'Balkan flint' artefacts from Bulgaria and the Iron Gates using LA-ICP-MS and EPMA", *Interdistsiplinarni izsledvanija* 22-23, pp. 9-18.

BOSTYN, F. and GILIGNY, F. (eds.). (2014): *Lithic Raw Material Resources and Procurement In Pre- And Protohistoric Times*. *Proceedings of the 5th International Conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times* (Paris, 10-11 September 2012), British Archaeological Reports. International Series 2656, Archaeopress, Oxford.

CAPOTE, M., CONSUEGRA, S., DÍAZ DEL RÍO, P. and TERRADAS, X. (eds.) (2011): *Proceedings of the 2nd International Conference of the UISPP Commission on Flint Mining in Pre- and Protohistoric Times* (Madrid, 14-17 October 2009), British Archaeological Reports. International Series 2260, Archaeopress, Oxford.

CHERNYKH, E. N. (1978): *Gornoe delo i metallurgiya v drevneyshey Bolgarii*, Bolgarskaya Akademiya nauk, Arkheologicheskiy institut, Sofia (in Russian).

CHERNYSH, E.N. (1982): "Eneolit Pravoberezhnoy Ukrainy i Moldavii", *Eneolit SSSR* (Masson, V. and Merpert, N., eds.), Nauka, Seriya Arkheologiya SSSR, Moskva, pp. 165-320 (in Russian).

COMȘA, E. (1976): "Les matières premières en usage chez les hommes Néolithique de l'actuel territoire Roumain", *Acta Archaeologica Carpathica* 16, pp. 239-249.

CRABTREE, D. E. (1967): "Notes on Experiments in Flint Knapping: 3. The Flint Knapper's Raw Materials", *Tebiwa* 10:1, pp. 8-25.

CRABTREE, D. E. (1972): *An introduction to flint working*, Idaho Museum of Natural History, Occasional Papers of the Idaho Museum of Natural History 28, Pocatello.

DISTANOV, U. G. (ed.) (1976): *Syr'evaya baza kremnistykh porod SSSR*, Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo, Kazan (in Russian).

GATSOV, I. (1992): "Proizvodstvo kremnevykh orudiy v neolite na territorii Severo-Vostochnoy Bolgarii", *Studia Praehistorica* 11-12, pp. 196-199 (in Russian).

GEORGIEV, G. I. (1958): "Za nyakoi or"diya na proizvodstvo ot neolita i eneolita v Blgariya", *Sbornik v chest na akademika D. Decheva*, pp. 369-387 (in Bulgarian).

GEORGIEV, G. I. (1974): "Stratigrafiya i periodizatsiya na neolita i khalkolita v dneshnite blgarski zemi", *Arkheologiya* 16:4, pp. 1-19 (in Bulgarian).

GURINA, N. N. and KOVNURKO, G. M. (1964): "Shakhty po dobyche kremnya v Zapadnoy Belorussii", *Sovetskaya arkheologiya* 2, pp. 3-12 (in Russian).

GUROVA, M. (2005): "Kremchnite artefakti v konteksta na diagnostichnite nakhodki", *Godishnik na departament arkheologiya na Nov blgarski universitet* 6, pp. 89-104 (in Bulgarian).

GUROVA, M. (2009): "Kremchniyat faktor v neolitizatsionniya debat", *LAUREA. In honorem Margaritae Vaklinova (Kniga 2)* (Petrunova, V. B., ed.), Bolgarskaya Akademiya nauk, Sofia, pp. 1-14 (in Bulgarian).

GUROVA, M. and NACHEV, CH. (2008): "Formal early Neolithic flint toolkits: archaeological and sedimentological aspects", *Geoarchaeology and Archaeomineralogy. Proceedings of the International conference, 29-30 October 2008 Sofia* (Kostov, B., Gaydarska, R. I. and Gurova, M., eds.), Publishing House "St. Ivan Rilski", Sofia, pp. 29-35.

JENSEN, J.H. (1993): *Flint tools and plant working*, Aarhus University Press, Aarhus.

KOROBKOVA, G. F. (1969): *Orudija truda i hozjajstvo neoliticheskih plemen Srednej Azii,* Nauka, Materialy i issledovanija po arheologii SSSR 158, Leningrad (in Russian).

KOROBKOVA, G. F., SKAKUN, N. N. and SHAROVSKAYA, T. A. (1982): "Opredelenie funktsiy kamennykh orudiy po makropriznakam", *XI Kongress INKVA*: tezisy dokladov. Moskva, avgust 1982, Moskva, t. 3, pp. 173-174 (in Russian).

KUNCHEV, K. S. (1967): "Zemedelski ordiya ot neolita i eneolita v blgarskite zemi", *Arkheologiya* 9:3, pp. 50-65 (in Bulgarian).

KUNCHEV, K. S. (1978): "Microwear studies of weapons and tools from the Chalkolithic necropolis at the city of Varna", *Varnenskij nekropol' i proble my halkolita* 1-2, pp. 46-50.

KUNCHEV, K. S. (1985): *Kremchnite skali v Blgariya i upotrebata im*, Arkhiv Arheologicheskogo instituta s muzej na Blgarskata akademija na naukite, Sofia (in Bulgarian).

KUNCHEV, K. S. (1988): "Kremchni skali v Severoiztochna B»lgariya i tyakhnata eksploatatsiya prez neolita i eneolita", *Istoriya, filosofiya, politicheska ikonomiya, etnografiya, geografiya, Veliko Trnovo* 3, p. 48 (in Bulgarian).

KUNCHEV, K. S. and NACHEV, I. K. (1984): "Aptian and Cvaternery flint in East Bulgaria", *IIIrd Seminar on petroarchaeology, Plovdiv, 27-30 august 1984, Bulgaria,* (Kunchev, K. S., Nachev, I. and Tcholakov, N. T., eds.), Arkheologicheski institut i muzeĭ (Bŭlgarska akademiia͡ na naukite), Plovdivski universitet "Paisiĭ Khilendarski", Plovdiv, pp. 65-82.

KUNCHEV, K. S., NACHEV, I. K. and KOVNURKO, G. M. (1981): "Kremchnite skali v Blgariya i tyakhnata eksploatatsiya", *Interdistsiplinarni izsledvaniya* 7-8, pp. 41-59 (in Bulgarian).

MALLET, N. (1992): *La Grand-Pressigny: ses relations avec la civilization Saône-Rhône*, Supplément au Bulletin des Amis du Musée du Grand-Pressigny, Joué-les-Tours.

MARINOV, V. (1982): "Etnografski paraleli na nyakoi arkheologicheski nakhodki i situatsii", *Interdistsiplinarni izsledvaniya* 9, pp. 103-118 (in Bulgarian).

MARQUET, J.-C. (1999): *La Préhistoire en Touraine*, Editions CLD, Chambray les Tours.

MATEVA, B. I. (2003): "Raskopki poseleniya srednego eneolita v severo-vostochnoy Bolgarii", *Arkheologicheskie vesti* 10, pp. 75-79 (in Russian).

MATEVA, B. (2008): "Eneolithic flint workshop-settlements in North-eastern Bulgaria", '*Prehistoric Technology' 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Archaeopress, Oxford, pp. 451-452.

MATEVA, B. (2009): "K voprosu ob organizatsii pervichnoy obrabotki kremnya v epokhu eneolita (geologicheskie dannye i etnograficheskie paralleli)", *S.N. Bibikov i pervobytnaya arkheologiya*, IIMK RAN Publ., Sankt-Peterburg, pp. 350-355 (in Russian).

MATEVA, B. (2011): "Exploiting of flint deposits in northeastern Bulgaria in Chalkolith", *The Lower Danube in prehistory: landscape changes and human-environment interactions. Proceedings of the international conference, Alexandria, 3-5 November 2010* (Mills, S.

F. and Mirea, P., eds.), Editura Renaissance, Bucureşti, pp. 173-179.

MATEVA, B. (2014): "Flint tools processing and use in north-eastern Bulgaria at the end of Late Neolithic", *XVII World UISPP Congress 2014 Burgos, 1-7 September. Abstracts*, Burgos, p. 426.

MERPERT, N. Y. (1995): "Bolgarskie zemli v V i IV tysyacheletii do n.e. i nekotorye voprosy drevneyshey istorii Evropy", *Peterburgskiy arkheologicheskiy vestnik* 9, pp. 96-103 (in Russian).

NACHEV, C. I. (2005): "Flintt ot rayona na peshcherata „Kozarnika", Belogradchishko s ogled na negovata praistoricheska upotreba", *Natsional'na teoretichna konferentsiya Burgas*, Burgas, pp. 77-80 (in Bulgarian).

NACHEV, C. I. (2008): "Geolozhka kharakteristika na nakhodishcha na flint ot rayona na Kozarnika, Severozapadna Blgariya", *Praistoricheskite prouchvaniya v Blgariya: novite predizvikatelstva*, pp. 30-39 (in Bulgarian).

NACHEV, CH.I. (2009): "Osnovnite tipove flint v Blgariya, kato surovini za naprava na artefakti", *Interdistsiplinarni izsledvaniya* 20-21, pp. 7-22 (in Bulgarian).

NIKOLOV, V. (2012): "Sol, ranno kompleksno obshchestvo, urbanizatsiya Provadiya-Solnitsata (5500-4200 g. pr. Khr.)", *Arkheologiya* 53:1, pp. 7-27 (in Russian).

NIKOLOV, V., ed. (2008): *Praistoricheski solodobiven tsentr Provadiya-Solnitsata, razkopki 2005-2007 g.*, Nacionalen arheologicheski institut s muzej na Blgarskata akademija na naukite, Sofia (in Bulgarian).

ORLOVSKAYA, L. V., RYNDINA, N. V. (1978): "Rezul'taty metallograficheskogo analiza", *Gornoe delo i metallurgiya v drevneyshey Bolgarii* (Chernykh, E. N.), Bolgarskaya Akademiya Nauk, Sofia, pp. 286-321 (in Polish).

PÉLEGRIN, J. (2002): "La production des grandes lames de silex du Grand-Pressigny", *Matériaux, productions, circulations, du Néolithique à l'Âge du bronze* (Guilaine, J. ed.), Paris, pp. 125-141.

PIOTROWSKA, D., PIOTROWSKIY, W., KAPTUR, K. and JEDYNAKAOSTROWIEC, A., (Eds.) (2014): *Górnictwo z epoki kamienia: Krzemionki Polska Europa W 90. Rocznicę odkrycia kopalni w Krzemionkach*, Historical and Archaeological Museum in Ostrowiec Świętokrzyski, Świętokrzyski (in Polish).

PLISSON, H., MALLET, N., BOCQUET, A. and RAMSEYER, D. (2002): "Utilisation et role des outils en silex du Grand-Pressigny dans les villages de Charavines et Portalban (Néolithique Final)", *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 99:4, pp. 793-811.

POPOV, R. (1928): *Kultura i zhivot na predistoricheskiya chovek v Blgariya*, Kamenna epokha, Knipegraf, Sofia, t. 1 (in Bulgarian).

RYNDINA, N.V. (1993): "Novye dannye o drevneyshey metallurgii Bolgarii", *Istoriya i evolyutsiya drevnikh veshchey*, Moskovskiy gosudarstvennyy universitet, Moskva, pp. 140-152 (in Russian).

SHKORPIL, H. and SHKORPIL, K. (1892): "Severoiztochna Blgariya v geografichesko i arkheologichesko otnoshenie", *Sbornik za narodni umotvoreniya, nauka i knizhnina* VII, Ministerstvo na narodnoto prosveshchenie, Sofia, pp. 1-46 (in Bulgarian).

SEMENOV, S. A. (1957): *Pervobitnaya tekhnika (opyt izuchenija drevnejshih orudij i izdelij po sledam raboty)*, Nauka, Moskva-Leningrad (in Russian).

SEMENOV, S. A. and KOROBKOVA, G. F. (1983): *Tekhnologiya drevneishikh proisvodstv. Mesolit-Eneolit*, Nauka, Leningrad (in Russian).

SIRAKOV, N. (2002): "Flint artifacts in prehistoric grave-good assemblages from the Durankulak necropolis", *Durankulak. Bd. II. Die prähistorischen Gräberfelder von Duranlkulak. Teil 1* (Todorova, H., Ed.), Publishing Haus Anubis, Sofia, pp. 213-247.

SIRAKOVA, Sv. (2006): *Ksnopraistoricheska eksploatatsiya na krem"chni nakhodishcha po dolinite na rekite Osm i Vit, Severna Blgariya*, Sofia (in Bulgarian).

SKAKUN, N. N. (1981): "Eksperimenty v ekspeditsii «Dobrudzha - 79»", *Interdistsiplinarni izsledvaniya* 7-8, pp. 59-64 (in Bulgarian).

SKAKUN, N. N. (1982): "Ordiya na truda ot neolitnogo selishche pri s. Durankulak Tolbukhinski okr"g: (pilogogichno-trasologieski analiz)", *Arkheologiya* 24:1, pp. 49-53 (in Bulgarian).

SKAKUN, N. N. (1982a): Progressivnye javlenija v jekonomike rannezemledel'cheskih kul'tur Bolgarii, Kul'turnyj progress v jepohu bronzy i rannego zheleza, *Tezisy dokladov*

Vsesojuznogo simpoziuma, posvjashhennogo 60-letiju obrazovanija SSSR (20-24 oktjabrja 1982 g.) (Arakeljan, B. N., Mason, V. M. and Hanzadjan, J. B.), Izdatel'stvo AN Armjanskoj SSR, pp. 94-96 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1984): "Kremneobrabatyvayushchee proizvodstvo v epokhu paleometalla v Bolgarii", *IIIrd Seminar on petroarchaeology*. *Plovdiv, 27-30 august 1984, Bulgaria*, (Kunchev, K. S., Nachev, I., Tcholakov, N. T., eds.), Arkheologicheski institut i muzeĭ (Bŭlgarska akademiiâ na naukite), Plovdivski universitet «Paisiĭ Khilendarski», Plovdiv, pp. 83-92 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1985): "Novi dani pro rozvitok virobnitstva v epokhu eneolita na teritoriï Bolgariï", *Arkheologiya* 52, pp. 33-41 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1987): *Opyt rekonstruktsii khozyaystva drevnezemledel'cheskikh obshchestv epokhi eneolita prichernomorskogo rayona severo-vostochnoy Bolgarii: v svete eksperimental'no-trasologicheskikh dannykh*, Avtoreferat kandidatskoy dissertatsii, Leningrad (in Russian).

SKAKUN, N. (1992): "Evolution des techniques agricoles en Bulgarie chalcolithique (d'apres les analyses traceologiques)", *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques* (Anderson, P. C., dir.), Editions du CNRS, Monographie du CRA 6, Paris, pp. 289-303.

SKAKUN, N. N. (1992a): "Rezul'taty ot trasologicheskoto izsledovaniya na kremn»chite izdeliya ot rabotilnitsata", *Razkopki i prouchvaniya* 25, pp. 101-102 (in Bulgarian).

SKAKUN, N. N. (1992b): "Tipologo-trasologicheski analiz na ordiyata na truda ot zhilishchnoto pomeshchenie", *Razkopki i prouchvaniya* 25, pp. 102-107 (in Russian).

SKAKUN, N. (1993): "Agricultural implements in the Neolithic and Eneolithic cultures of Bulgaria", *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du colloque international de Liège 8-9-10 décember 1990* (Anderson, P. C., Beyries, S., Otte, M., and Plisson, H., eds.), Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège 50:2, Université de Liège. Service de préhistoire, Liège, pp. 361-368.

SKAKUN, N. N. (1993a): "Razvitie kremneobrabatyvayushchego proizvodstva v epokhu razvitogo eneolita v Yugo-Vostochnoy Evrope", *Tripil's'ka kul'tura Ukraïni, tezi dopovidey povidomlen' mizhnarodnoï konferentsiï*, L'viv, p. 60 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1993b): "Razvitie proizvodstva v epokhu paleometalla v Bolgarii", *Pulpudeva* 6, *Semaines philippolitaines de l'histoire et de la culture thrace. Plovdiv, 10-22 octobre 1986*, Sofia, pp. 152-164 (in Russian).

SKAKUN, N. (1993c): "Results of traceological examination of flint implements from Neolithic settlments in Western Bulgaria", *Neolithic chipping stone industries in Western Bulgaria* (Gatsov, I.), Jagellonian University, Institute of Archaeology, Kraków, pp. 52-54.

SKAKUN, N. (1994): "Agricultural implements and the problem of spreading of agriculture in Southeastern Europe", *Helinium* XXXIV:2, pp. 294-305.

SKAKUN, N. N. (1994a): "Rezul'taty issledovanija proizvodstvennogo inventarja neoliticheskoo poselenija Usoe I (Bolgarija)", *Eksperimental'no-trasoloogicheskie issledovanija v arheologii*, Nauka, Sankt-Peterburg, pp. 85-118 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1996): "K voprosu o kremneobrabatyvayushchem proizvodstve epokhi eneolita v Yugo-Vostochnoy Evrope (po materialam Bolgarii)", *Arkheologiya* 3, Kiïv, pp. 124-128 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (1999): "Progress tekhniki v epokhu eneolita na yugo-vostoke Evropy: po materialam zemledel'cheskikh kul'tur Bolgarii", *Arkheologicheskie vesti* 6, pp. 287-307 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (2004): "K voprosu o znachenii kremneobrabatyvayushchego proizvodstva v epokhu rannikh metallov", *Pershiy Vsesvitniy kongres "Tripil's'ka tsivilizatsiya" Kiïv, 7-11 zhovtnya 2004 roku: tezi dopovidey*, Kiïv, p. 57 (in Russian).

SKAKUN, N. N. (2006): *Orudiya truda i khozyaystvo drevnezemledel'cheskikh plemen Yugo-vostochnoy Evropy v epokhu eneolita*, Nestor-istoriya, Sankt-Peterburg (in Russian).

SKAKUN, N. (2008): "Comprehensive analysis of prehistoric tools and its relevance for paleoeconomic reconstructions", *'Prehistoric Technol-*

ogy' 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 9-20.

SKAKUN, N., MATEVA, B. and DIMOV, T. (2016): "Rezultatyi issledovaniya proizvodstvennogo inventarya pozdneneoliticheskogo poseleniya Durankulak-Blatnitsa (Bolgariya)", *Povolzhskaya arheologiya* 3:17, pp. 114-134 (in Russian).

SKAKUN, N. and PLISSON, H. (2014): "Some Results of the Experimental-Traceological Expedition at Bodaki", *Sprawozdania Archeologiczne* 66, pp. 83-90.

TODOROVA, H. (1975): *Selishhnata mogila pri Goljamo-Delchevo*, Izdatelstvo na Blgarskata akademija na naukite, Razkopki i prouchvanja V, Sofija (in Bulgarian).

TODOROVA, H. (1979): *Eneolit Bolgarii*, Sofiya-press, Sofia (in Bulgarian).

TODOROVA, H. (1981): *Die kupferzeitlichen Äxte und Beile in Bulgarien*, Prähistorische Bronzefunde IX:14, Beck, München.

TODOROVA, H. (1986): *Kamennomednata epokha v Blgariya*, Nauka i izkustvo, Sofia (in Russian).

TODOROVA, H. and VAYSOV, I. (1993): *Novokamennata epokha v Blgariya*, Nauka i izkustvo, Sofia (in Bulgarian).

TSVEK, E. V., MOVCHAN, I. I. and SKAKUN, N. N. (2012): "Eneolithic centers of flint processing on the territory of central Ukraine", *L'Europe, déjà, à la fin des temps préhistoriques. Des grandes lames en silex dans toute l'Europe. Actes de la table-ronde international "L'Europe, déjà, à la fin des temps préhistoriques. Des grandes lames en silex dans toute l'Europe" Tours (Indre-et-Loire, France), vendredi 7 September* (Marquet, J.-C. and Verjux, C., dirs.), 38 supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France, Chambrai-les-Tours, pp. 109-119.

VAKARELSKI, H. (1977): *Etnografiya na Blgariya*, Nauka i kultura, Sofia (in Russian).

YAVASHOV, A. (1930): *Razgrad-negovoto arkheologichesko i istorichesko minalo*, Razgrad (in Bulgarian).

VAN GIJN, A., WHITTAKER, J. C. and ANDERSON, P. C. (eds.) (2014): *Explaining and exploring diversity in agricultural technology*, Oxbow Books, Oxford & Philadelphia.

RIGHT OR LEFT? FRONT OR BACK? USE-WEAR ANALYSIS OF FLINT SICKLES IN THE BIBLICAL PERIOD OF THE LEVANT

¿Derecha o izquierda? ¿Delante o detrás?
Análisis de huellas de uso de hoces de sílex del periodo bíblico de Levante

SHOH YAMADA *

ABSTRACT Microscopic analysis of use-wear on sickle blades from the Iron Age site Tel Dan (Israel) has revealed a high degree of uniformity, particularly of comet-shaped pits, in the way the blades were arranged in a haft. The uniformity is consistent with large geometric sickles from the Levant Middle Bronze II-Iron Age period (1900-850 BCE), suggesting the presence of a shared culture, which went beyond the political and ethnic boundaries defined by the ruling classes, and beyond periodic changes in these boundaries. Along with the possible evidence of sickle maintenance activities by specialists at the workshop, the high degree of standardization may also represent urban craft specialization, in comparison with the use and maintenance activities of the Neolithic period. In addition, the consistency in the sickle blade positioning and in the direction of tool movement negates the possibility that these blades were recycled as threshing sledge teeth.

Key words: Large Geometric Sickle, Use-wear, Levant, Iron Age, Comet-shaped Pit, Social Context.

RESUMEN El análisis microscópico de huellas de uso de las hojas de hoz del yacimiento de la Edad de Hierro Tel Dan (Israel) ha revelado un alto grado de uniformidad, particularmente de estrías en forma de cometa, en la manera en que las hojas se insertaban en el mango. La uniformidad es consistente con las grandes hoces geométricas del período Bronce Medio II-Edad del Hierro (1900-850 AEC) de Levante, lo que sugiere la presencia de una cultura compartida, que trascendió las fronteras políticas y étnicas establecidas por las clases dominantes, y más allá de los periódicos cambios producidos en dichas fronteras. Junto con la posible evidencia de actividades de mantenimiento de la hoz por los especialistas en el taller, el alto grado de estandarización también puede representar una especialización de artesanía urbana si la comparamos con el

* Member of the Japanese Archaeological Association. *shohyamada@hotmail.com*
Fecha de recepción: 26-09-2016. Fecha de aceptación: 13-05-2017.

uso y las actividades de mantenimiento del período neolítico. Además, la consistencia en la disposición de la hoja de hoz y en la dirección del movimiento del útil anula la posibilidad de que estas hojas se reciclaran como piezas de trillos.

Palabras clave: Hoz geométrica grande, Huellas de uso, Levante, Edad del Hierro, Estrías en forma de cometa, Contexto social.

INTRODUCTION

Comet-shaped pits formed on use-wear polish on stone tools indicate unidirectional movement of a stone tool (Semenov, 1964:119); the "head" of a comet points in the direction of tool movement (fig. 1). By examining Iron Age sickles from the southern Levant, this paper demonstrates that comet-shaped pits and their presentation can also reveal how sickle blades were hafted. Chronological and regional patterns may provide valuable information concerning the social context of the tool.

SAMPLES AND METHODS

A total of 38 sickle blade pieces among the 123 pieces from Area B-west at Tel Dan (Iron Age I; Ilan, in press) were sampled. The Iron Age city of Dan represented the northern border of the biblical kingdom of Israel. A possible flint workshop specializing in sickles was found amidst a metallurgy workshop located near the site entrance. Evidence of bone working was also found in the area. Typologically, these sickle blades were classified as "Large Geometric sickles" used from Middle Bronze II (MB II) through Iron Age (1800 BCE-850 BCE) in the Levant, replacing sickles made of "Canaanean blades" in Early Bronze Age. Large Geometric sickles include such geometric forms as parallelograms, trapezoids and triangles.

The basic method of microscopic analysis is the *high power approach* to examine use-wear polishes (polished surfaces produced on tool edges by wear) (Keeley, 1980); the sample specimens were examined with an incident light microscope (Olympus BHM) at a magnifying power of mainly ×100 and ×200. The sample surfaces were wiped with acetone prior to the examinations to remove finger grease. No additional chemical cleaning was performed, because of the distinctive polish presence that does not require intensive cleanings and of the occasional presence of possible haft residue on the surfaces.

The analysis focused on comet-shaped pits formed on the glossed sickle edges in order to reconstruct the positing of sickle blades in a haft. Comet-shaped pits indicate that the tool was moved in the same direction as the comets "fly" (fig. 1). In the case of a sickle, the comet-shaped pits can indicate which end of the sickle was placed on a particular side of the harvester, since harvesting is made possible primarily by pulling rather than pushing motions. That is, the end of a sickle blade, which the comet head points, was placed in the proximal side of the harvester when a blade was inlayed in a haft (fig. 1). Then, assuming the handedness of the

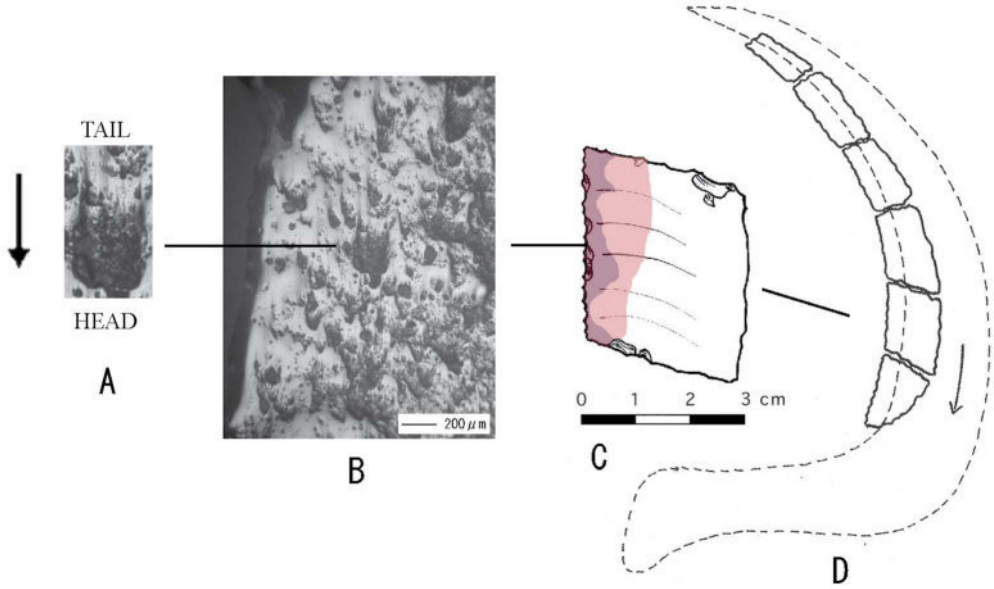


Fig. 1.—Comet-shaped pits and the alignment of Large Geometric sickle blades. A) High magnification of comet-shaped pit; B) Cluster of comet-shaped pits on the edge covered with sickle gloss; C) Sickle blade with the working edge on the left side and the ventral surface facing up; D) Reconstruction of sickle blade inlayed in a haft. An arrow indicates the direction of the comet's head (i.e., the direction of the sickle movement).

harvester, we can determine whether the dorsal or ventral surface of the sickle blade was facing up or facing down (i.e., facing toward the ground) during use. When a sickle is held in the right hand, the blade's cutting edge must be located on the left side of the sickle handle, when viewed from the top (fig. 1). Since the comet direction indicates the specific end of the blade that is hafted, the facing direction is also known. In the case of the sickle blade in figure 1, the ventral surface, which is shown in the figure, must have been placed up when used with the right hand. In the case of a faux (a long-handed sickle), a different reconstruction could obtain, but Egyptian tomb paintings of the New Kingdom Period show short-handled sickles (Coqueugniot, 1991).

Since most people are right-handed, it follows that most sickles were held in the right hand. If different tendencies in the sickle use habit of which surface (dorsal or ventral) was kept up or down during the harvesting are found regionally or chronologically, this may provide information on possible inter-group relationships. Table 1 summarizes the numbers of ventral/dorsal up for Neolithic sickle assemblages examined by this author. Despite the small sample, a pattern is evident. A mixed occurrence of the two cases (ventral surface up and dorsal surface up) is found in Neolithic assemblages (Yamada, 2000, 2003, 2012, n.d.) in the southern Levant. At the Nahal Zehora I Site (the Wadi Raba culture at the end of Pottery Neolithic), most cases are dorsal surface facing up (Yamada, 2012).

TABLE 1
NUMBER OF DORSAL UP *VS.* VENTRAL UP NEOLITHIC SICKLES IN THE SOUTHERN LEVANT

Period	*Site*	*No. of Dorsal up*	*No. of Ventral up*	*Reference*
PN	Nahal Zehora I	14	1	Yamada 2012
PPNB	Kfar HaHoresh 1992	4	4	Yamada 2000
PPNB	Kfar HaHoresh 2003	1	4	Yamada n.d.
PPNB	Abu Gosh	3	7	Yamada 2003

RESULTS

This report is limited to the major points of the analysis; more detailed data and discussions will be published in a Tel Dan site report (Yamada, in press). Under the microscope, all the sickle gloss found on Tel Dan sickle blades are confirmed to be regular polished surfaces produced by silica-rich plants (figs. 1, 3). Striations and comet-shaped pits, as well as the polish distribution pattern found on the specimens, indicate that all the edges showing sickle gloss were used in a cutting motion parallel to the edge line.

The observation of comet-shaped pits has led to a very interesting result. Except for two pieces on which comet-shaped pits were not observed, all the specimens

Fig. 2.—Location of Tel Dan and Ras Shamra.

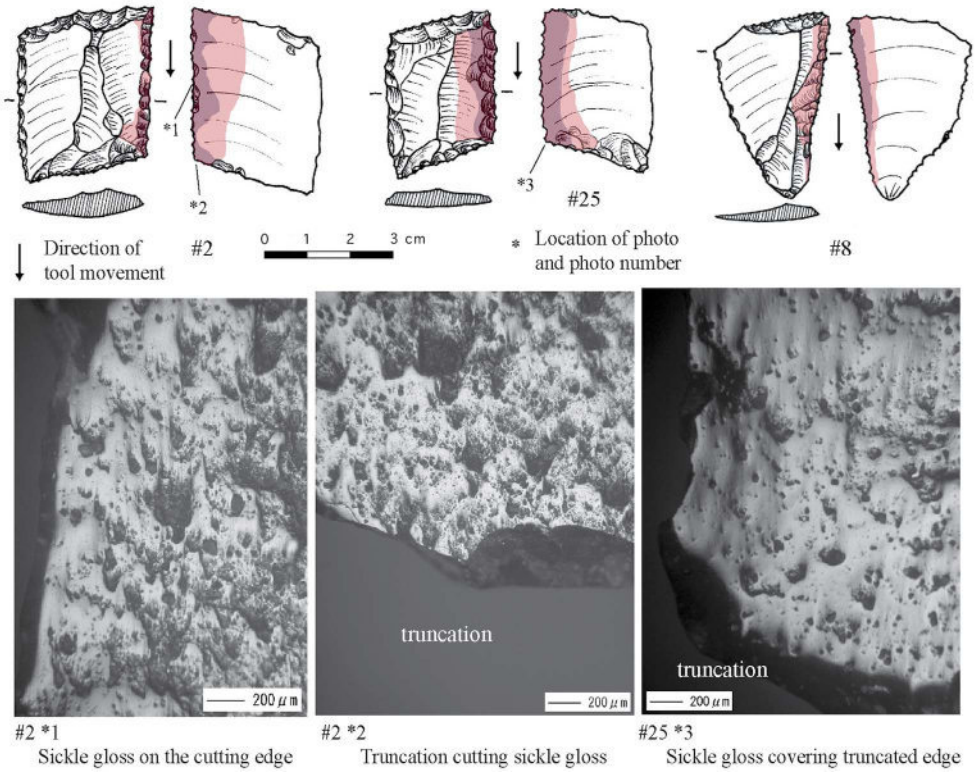


Fig. 3.—Use-wear polish on Tel Dan sickles. All the sickle blades were pulled downward in the figure, as indicated by comet-shaped pits heading downward.

(N=36) present the same direction of tool movement relative to the "anatomical parts" of a sickle blade. That is, if a sickle blade is placed, as shown in the figures, with the working edge right when the dorsal surface faces up, and the working edge left when the ventral surface faces up, all the comet-shaped pits "fly" downward, meaning that the sickle blade was pulled downward (fig. 3). This means that if the user was right handed, all the sickle blades were hafted with the ventral surface facing up, and the dorsal surface facing toward the ground.

In addition, the sequential order of polish and truncation have been examined. Truncated ends of Large Geometric sickles are expected to show use-wear polish covering truncation retouch scars. However, at Tel Dan there are significant numbers of cases in which truncation retouches cut use-wear polish. This observation suggests that either the trimming of the truncated edges or the adjustment of the length of a sickle blade appears to have been practiced quite commonly at the workshop after a certain period of use. Traces of skilled resharpening retouches also suggest work by specialists (Yamada, in press).

DISCUSSION

Uniformity in morphology and direction

Compared with the PrePottery Neolithic B cases shown in Table 1, the uniformity in the surface placing at Tel Dan is striking. First of all, the Large Geometric sickles themselves are highly uniform in their morphological direction. Among the 38 specimens examined, 28 pieces are parallelograms in a broad sense, all of which are tilted in the same direction. That is, if looked at on the ventral surface with the working edge placed horizontally, it is always tilted to the right, as shown in figure 4. There are no parallelograms in the Tel Dan assemblage that tilt to left. Parallelograms from other sites have the same tendency. In published and unpublished reports on other flint assemblages in the southern Levant from the Middle Bronze Age II through Iron Age, I have found so far only five parallelograms and three semi-parallelograms that are left-tilted when seen on the ventral surface: at Lachish (Rosen, 2004), as well as one left-tilted parallelogram at Tel Es-Safi/Gath (Rosen *et al*., 2012).

The uniformity in the direction of the parallelograms makes sense, because they need to be tilted in the same direction to be aligned in a haft without gaps between them, if all the sickle blades present the same surface (dorsal or ventral) to the same side. Triangular pieces are normally thought to have been placed at the ends of a sickle blade row in a haft, as demonstrated by examples from Sha'ar Ha-Golan (Stekelis, 1972) and Gaza (Petrie, 1932). However, triangular pieces also show a biased direction at Tel Dan. When looking at the ventral surface with the working edge placed up horizontally, one always finds a pointed end on the left (<), not on the right (>) (fig. 4). Comet-shaped pits indicate that these pieces were moved toward their pointed end (with the ventral surface facing up). Assuming a user is right-handed, this means that triangular pieces examined in this study are only placed at

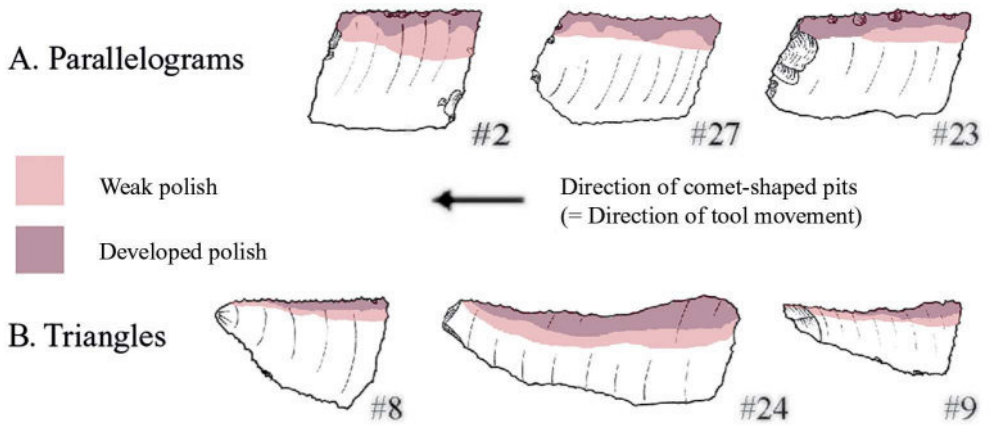


Fig. 4.—Direction of sickle blades seen on the ventral surface.

the proximal end of a sickle haft (that is, a harvester's side). This also appears to be the case for many other MB II-Iron Age sites in the southern Levant; the majority of triangular pieces are left-pointed. At Ras Shamra (Late Bronze Age; Ugarit), the majority of the triangles are left-pointed but there are significant numbers of right-pointed ones as well (Coqueugniot, 1991). Coqueugniot asserts that the latter were not pieces placed at the distal end of a sickle, but at the proximal end of a sickle for left-hand users. Except for the presence of left-pointed triangles, the discovery of the direction of sickle blade movement noted at Tel Dan is in accordance with that recognized by Coqueugnoit at Ras Shamra. While Coqueugnoit first analyzed the uniformity in sickle morphology and then checked the direction of comet-shaped pits, this author first found the uniformity in comet-shaped pit direction and then noted the uniformity in the direction of sickle blade morphology.

Uniformity in large geometric sickle blades in MB II through Iron Age

Although use-wear analysis has been undertaken only on a few assemblages (other than Ras Shamra and Dan, a total of about 45 pieces from five sites in the southern Levant by my unpublished analysis), the strong correlation between morphological features and the method of hafting revealed in the analysis of the Tel Dan assemblage suggests that the principles found at Dan are very likely to apply to other Large Geometric sickle assemblages, as well, because of the consistency in the morphological features. Therefore, not only the basic shapes of sickle blades but also the precise method of hafting (and thus, the way they were used) did not change for two thousand years, despite changes in political regimes and ethnic territories known from other evidence, including Biblical texts. This fact should not be interpreted as a sign that the flint sickle is a poor reflection of its social context. Instead, it conveys information on the specific social context to which the flint tools belonged.

While it is possible that uniformity in Middle Bronze II–Iron Age sickle morphology has some functional explanation, it suggests, overall, the action of exchange and the continuity of tradition in sickle use across the Levant in this period. This principle has also been noted for the other lithic types of the second millennium BCE by Rosen (2004). The fact should not be interpreted as a sign that the flint sickle is a poor reflection of its social context. On the contrary, uniformity reflects a shared cultural tradition going beyond political and ethnic boundaries during the Middle Bronze II–Iron Age continuum.

As evidenced by traces of truncations cutting use-wear polish at Tel Dan, the maintenance of sickles was also under the control of sickle makers. In the Neolithic period, farming tools were perhaps produced and used more domestically, and each individual user carried out the adjustments and maintenance of their own tools for themselves, which resulted in less uniform positioning of ventral/dorsal surfaces. However, in the period of Large Geometric sickles, the evidence indicates that farmers became passive consumers of commercial sickle products, created and maintained by specialists.

The possibility of a threshing sledge

Can the Large Geometric sickles examined here be threshing sledge teeth, as has been claimed for Early Bronze Age Canaanean sickle blades (Anderson *et al*., 2004)? The answer is no. First, morphological features of Large Geometric sickle in general (i.e., finely denticulated edges and the occurrence of a certain ratio of triangular pieces) clearly indicate these were primarily sickle blades inserted in a haft. The possibility that these sickles were recycled to serve as threshing sledges is also disproved by the consistency in their positioning and in the direction of tool movement known from the comet-shaped pits; it is highly unlikely that such precise positioning of blades was required when they were used as threshing sledge teeth.

CONCLUSIONS

Microscopic analysis of use-wear on sickle blades, particularly of comet-shaped pits, at Tel Dan has revealed a high degree of uniformity in the way the blades were arranged in a haft as well as in their morphology; (1) all the sickle blades were placed with the ventral surface facing up when used; (2) a triangular piece was placed primarily at the proximal end of the haft; (3) parallelograms were tilted right and triangular pieces are pointed left when placed horizontally with the ventral surface facing up. The uniformity appears to have been common in the Levant in the MB II-Iron Age period (1900-850 BCE), suggesting a shared culture, which went beyond the political and ethnic boundaries defined by the ruling classes, and beyond periodic changes in these boundaries. The trace of "re-truncation" undertaken at the Tel Dan workshop suggests that specialists maintained the sickles at the workshop, thereby rendering farmers as consumers of a commercial product.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my gratitude to Professor David Ilan at Hebrew Union College for the opportunity to work on the Tel Dan collection. The analysis was conducted during my post-doctoral fellowship at the Institute of Archaeology, Hebrew University, funded by the Lady Davis Fellowship Trust as well as my fellowship at W. F. Albright Institute for Archaeological Research in 2002-2003. The microscope was provided by Israel Antiquities Authority. I would like to thank these organizations and staff members.

This paper was originally presented at the International Conference on Use-Wear Analysis in Faro in 2012, but it was not included in the publication. This paper was improved by comments of anonymous reviewers. I am very grateful to Dr. Natalia Skakun and Dr. Gabriel Martínez Fernández for their invitation of this paper to be part of this special issue dedicated to G. F. Korobkova and G. Odell. I saw Dr. Korobkova for the first time at the 1990 use-wear conference in Liège. In

her review at the end of the conference, she kindly referred to my presentation on the formation mechanism of use-wear polish, saying "I learned a lot about sickle polish today." Her comment was exciting and greatly encouraging to me as a young researcher from the Far East, who ventured to present a paper at my first international use-wear conference in Europe. I remained in contact with Dr. Odell in my later years at Harvard, and have a pleasant memory of getting together with him at the use-wear conference commemorating Sergei Semenov in St. Petersburg in 2000. It is my great honor to contribute this paper to a volume dedicated to these great scholars.

REFERENCES

ANDERSON, P.C., CHABOT, J., and VAN GJIN, A. (2004): "The functional riddle of 'glossy' Canaanean blades and the Near Eastern threshing sledge", *Journal of Mediterranean Archaeology* 17:1, pp. 87-130.

COQUEUGNIOT, E. (1991): "Outillage de Pierre taillée au bronze recent: Ras Shamra 1978-1988", *Ras Shamra-Ougarit VI: Arts et Industries de la Pierre* (Yon, M., ed.), Ēditions Recherche sur les Civilisations, Paris, pp. 127-204.

ILAN, D. (ed.) (in press): *Dan IV. Iron Age Settlement,* Nelson Glueck School of Biblical Archaeology, Hebrew Union College, Jerusalem.

KEELEY, L. H. (1980): *Experimental Determination of Stone Tool Uses: A Microwear Analysis,* University of Chicago Press, Chicago and London.

PETRIE, W. M. F. (1932): *Ancient Gaza II*, British School of Egyptian Archaeology 54, London.

ROSEN, S. A. (2004): "The Chipped Stone Assemblage", *The Renewed Archaeological Excavations at Lachish V* (Ussishkin, D., ed.), Tel Aviv University, Tel Aviv, pp. 2197-2225.

ROSEN, S. A., BEN-ARI, C. and GOTESMAN, Z. (2012): "Chapter 22 – The Chipped Stone Assemblage from Tell es-Safi/Gath: Preliminary Observations", *Tell es-Safi/Gath I: Report on the 1996–2005 Seasons* (Maeir, A. M., ed.), Ägypten und Altes Testament 69, Wiesbaden, pp. 501-508, Plates 22:1-22:5 (vol. 2).

SEMENOV, S. A. (1964): *Prehistoric Technology* (Thompson, M. W., trans.), Cory, Adams and Mackay, London.

STEKELIS, M. (1972): *The Yarmukian Culture of the Neolithic Period*, Magnes Press, Jerusalem.

YAMADA, S. (2000): *Development of the Neolithic: Use-wear Analysis of Major Tool Types in the Southern Levant*, Ph. D. thesis, Dept. of Anthropology, Harvard University, Cambridge (Mass.).

YAMADA, S. (2003): "Use-wear analysis of sickles and glossed pieces", *The Neolithic Site of Abu Ghosh: the 1995 Excavations*. *IAA Reports* 19 (Khalaily, H. and Marder, M., eds.), Israel Antiquities Authority, Jerusalem, pp. 47-57.

YAMADA, S. (2012): "Use-wear analysis of tools from NaHal Zehora I", *Village Communities of the Pottery Neolithic Period in the Menashe Hills, Israel. Archaeological Investigations at the Sites of NaHal Zehora* (Gopher, A., ed.), Tel Aviv University, Tel Aviv, pp. 978-1010.

YAMADA, S. (n.d): "Use-wear analysis of selected specimens from Kfar HaHoresh", unpublished manuscript.

YAMADA, S. (in press): "Use-wear analysis of sickle blades", *Dan IV. Iron Age Settlement* (Ilan, D., ed.), Nelson Glueck School of Biblical Archaeology, Hebrew Union College, Jerusalem, pp. 479-496.

FUNCTIONAL STUDIES OF NEOLITHIC STONE AXES AND ADZES. EXPERIMENTAL PROGRAMME AND ARCHAEOLOGICAL APPLICATIONS

Estudios funcionales de hachas y azuelas de piedra neolíticas. Programa experimental y aplicaciones metodológicas

ALBA MASCLANS *, ANTONI PALOMO ** and JUAN GIBAJA ***

ABSTRACT This paper reports the results of a series of recent experiments in which stone adzes and axes were used in woodworking, butchering, hide processing and hoeing activities. The aim of this work is to describe progress in the differentiation between the various kinds of use-wear on polished stone surfaces.

The ultimate objective is to create a reference collection suitable for performing the use-wear analysis on polished adzes and axes discovered in archaeological contexts. Particularly, we wish to contribute to the understanding of the role that these tools played in the different economic and ritual activities of the Neolithic communities living in the North East of the Iberian Peninsula around the middle of the 5th and 4th millennium cal. BC.

Key words: Neolithic, Experimental Archaeology, Polished Stone Tools, Axe, Adze, Use-Wear Analysis.

RESUMEN El presente artículo viene a exponer los resultados de una serie de experimentos llevados a cabo usando hachas y azuelas en diversas actividades de trabajo de la madera, procesado de pieles, descuartizado de animales y cavado de la tierra. Describir nuestros avances a la hora de discriminar las distintas huellas de uso formadas en las superficies líticas después de cada experimento es el objetivo de esta exposición.

En última instancia nuestra finalidad es crear una colección de referencia que nos permita llevar a cabo el análisis funcional de hachas y azuelas arqueológicas. Particu-

* University of Girona e IMF-CSIC. Institució Milà i Fontanals (CSIC-IMF). Departament d'Arqueologia i Antropologia. España. *alba.masc@gmail.com*

** Autonomous University of Barcelona. Arqueolític. *antonipalomo@gmail.com*

*** IMF-CSIC. Institució Milà i Fontanals (CSIC-IMF). Departament d'Arqueologia i Antropologia. Groups Agrest and ICARhEB$_2$. *jfgibaja@gmail.com*

Fecha de recepción: 10-05-2016. Fecha de aceptación: 11-12-2016.

larmente, nos interesa crear herramientas para efectuar una aproximación más exacta a la participación de este tipo de útiles en las actividades de tipo ritual y económico que tuvieron lugar entre las comunidades del NE de la Península Ibérica entre el 5.º y el 4.º milenio AC.

Palabras clave: Neolítico, Arqueología experimental, herramientas de piedra pulida, hachas, azuelas, huellas de uso.

INTRODUCTION

The need for an experimental collection to study polished and bevelled artefacts arose in the framework of the project "Aproximación a las primeras comunidades neolíticas del NE peninsular a través de sus prácticas funerarias" (Ministerio de Ciéncia e Innovación HAR2011-23149). The project was focused on studying the communities inhabiting the North East of the Iberian Peninsula around the middle of the 5th and 4th millennium cal. BC, which are characterised by a large number of preserved burials, contrasting starkly with the virtual absence of dwellings. Over 650 graves and a large numbers of waste pits belonging to this period have been documented, termed the "*Pit Burials Culture*" (Muñoz, 1965). These communities displayed a consolidated agrarian economy and they settled along the valleys and plains of the coastal Mediterranean region, cultivating wheat, barley and legumes and keeping domesticated animal species such as sheep, goats, cattle and swine (Fontanals *et al*., 2015).

The funerary contexts usually consist of individual burial pits, where the deceased was deposited accompanied by grave goods such as pottery, foreign flint blades and cores, adzes and axes, bone awls and spatulas, wild boar fangs, as well as stone, shell and bone necklace and bracelet beads, among other elements (Gibaja *et al*., 2010). The non-funerary structures are mainly storage and refuse pits commonly used for the purpose of waste disposal where adzes, axes, grinding stones, bone and flint artefacts and ceramic fragments are mainly to be found.

Although the funerary and domestic polished and bevelled tools (usually named axes and adzes) have been inventoried and repeatedly referred to as a technological innovation linked to the development of agrarian societies and as a votive object in the funerary record, there is a distinct lack of analytical and empirical approaches to investigating their actual uses and social significance.

In order to fill this gap, an experimental programme combining macroscopic and microscopic use-wear analyses has been implemented within the framework of Alba Masclans' PhD project (Masclans, 2017). As a result, it has become possible to establish criteria that enable us to distinguish use-wear patterns associated with different activities, worked materials and kinematics. In this article, a summary of the experimental programme and the characterisation of the different use-wear patterns will be presented.

METHODS

What could the polished adzes and axes have been used for?

Polished bevelled tools such as axes and adzes have been studied by researchers since the very early days of archaeological investigation, given the sheer numbers of artefact remains of this kind. In the late 19th and early 20th centuries, authors such as Déchelette (1908) or Mortillet (1903) started to classify the morphological attributes of these tools, creating the first typologies, in which they were mechanically associated with wood procurement and processing. As a matter of fact, stone axe and adze tools have been systematically interpreted as nothing other than woodworking instruments.

What a preliminary study of the sample of Neolithic polished and bevelled tools from the North East of the Iberian Peninsula has shown is that their dimensional, morphological and petrographic characteristics, along with the outcome of an exploratory traceological analysis revealing the presence of a very diverse range of wear traces, suggest that, rather than being used for woodworking alone, a large number of functional uses of these tools were possible.

In order to start formulating hypotheses with the purpose of understanding and explaining what those uses were, the first step was to review ethnographic data. This provided an interesting overview of the possible uses of these tools, as well as information regarding tool shape, hafting systems and kinematics. Furthermore, a review of experimental archaeology literature on the subject was also performed.

The research carried out in the field of anthropology, especially in Oceania, was of great importance, as the arrival of professional anthropologists coincided with the presence of the last communities which still used stone tools or whose older members remembered the way they were produced and utilised. Direct and indirect observation of axe and adze uses (both ritual and economic) in ethnographic contexts has allowed an advancement in our understanding of the many possibilities, which can then be extrapolated to the interpretation of archaeological data.

As a whole, ethnographic data lists five recurrent production processes in which polished bevelled stone tools were involved: hoeing (Sonnenfeld, 1962; Steensberg, 1980), butchering (Dickson, 1981; Petrequin and Petrequin, 1993; Steensberg, 1980; Heider, 1970), hide processing (Boas, 1909; Emmonds, 1923) and woodworking (Dickson, 1981; Godelier and Garanger, 1973; Best, 1924; Petrequin and Petrequin, 1993; Heider, 1970; Carneiro, 1974, 1979; Steensberg, 1980; Townsend, 1960). The stone tool production has also frequently attracted the attention of different researchers in Papua New Guinea (Petrequin and Petrequin, 1993; Burton, 1984a, 1984b; Stout, 2002; Best, 1912; Heider, 1970; Hampton, 1999).

Besides, experiments involving stone axes and adzes were also carried out in the very early stages of archaeological investigation, above all addressed at assessing their efficiency and effectiveness in comparison with modern steel tools. Affirming their former use as woodworking tools was a great challenge at a time when the need for use references was so urgent (Pond, 1930; Morris, 1939). These

experiments became more frequent and systematic in the 1960s/1970s, especially replicative experiments focused on measuring the time invested in deforesting or building activities (Coles and Orme, 1983; Jorgensen *et al.,* 1985; Renfrew, 1973; Carneiro, 1979). Currently, these types of experiments still continue to be a matter of great importance (Walter *et al*., 2013; Elburg *et al*., 2015).

Concerning the use-wear analysis of polished bevelled artefacts through analytical experimentation, although Semenov's pioneering work (1957) was followed by the work of others, such as Detev (1960), Roodenberg (1982), Olausson (1982) and Binneman and Deaconb (1986), generally speaking, this field of research remained marginal for almost thirty years. Recently, however, there has been significant progress in the development of low magnification macro lithic use-wear studies (Adams, 2014, Adams *et al*., 2009, Debreuil and Savage, 2014; Delgado, 2008; Lewis *et al*., 2011). Yet, there does not appear to be many researchers whose investigation focused on the functional analysis of polished axes/adzes, though there are some who have worked with raw materials such as flint (Wentink *et al*., 2011; Yerkes and Barkai, 2013; Pyżewicz, 2013), shell (Lammers, 2008) and other coarse grained materials, such as greenstone (Fabregas Valcarce, 1992), eclogite/omphacite (Lunardi, 2008), calcareous rock (Ibáñez and González Urquijo, 2013) as well as igneous rocks (Pawlik, 2007).

The anthropological, archaeological and experimental data has led to wider and more systematic applied studies being performed in different parts of the world (Buret, 1984; Davis and Edmonds, 2011; Duff, 1970; Petrequin *et al*., 2012; Thirault, 2001; Turner, 2000). Still, the research interests are mainly confined to the reconstruction of the artefact *chaîne opératoire* and the regional and inter-regional networks of axe/adze production and distribution. Nevertheless, although only a few researchers have developed studies involving the use-wear analysis looking at the use of axes/adzes in woodworking, these attempts have generally provided positive results. We see this fact as an encouragement to go even further and make a contribution by extending both the range of the studied raw materials and the methods employed on them.

Objectives of the experimental programme

Given the information extracted from the archaeological and anthropological data, it was determined that a comprehensive experimental programme was needed to inform the correct interpretation of stone adzes and axes. It was decided that the experimental programme had to be directed at characterising the use-wear traces produced during hoeing, butchering, hide processing and woodworking.

To date, a total of 34 experimental artefacts have been manufactured and 80 experiments have been carried out with positive results based on 6,341 minutes of experimenting. Of those experiments, 34 were assigned to create fresh technological active areas, 25 to woodwork activities, 4 to butchering activities and 2 more to hoeing.

The aim of this work was to observe the progression of the wear development over time when working the same material, which means that some artefacts were used for more than one experiment. In this way, after every interval, the used artefact was cleaned and analysed in the laboratory in order to achieve a more accurate survey of the wear development over time. The use-wear traces were then recorded by making acetate casts of the active areas between each experiment.

Making and using the experimental artefacts

Making the experimental artefacts

The first step in our programme consisted of making the experimental artefacts from hornfels, jadeite and eclogite rocks. The selection of these lithologies was done according to the main rock types used by the 'Pit Burial' communities in the North East of the Iberian Peninsula. As previously pointed out, 34 experimental artefacts were made, of which 27 were made from hornfels, 4 from jadeite and 3 from eclogite rocks. The hornfels pebbles, collected in the Ter River basin (Girona, Catalonia) (fig. 1:B), were cut off by means of a radial saw with a diamond blade and manually polished using a sandstone block with fine clay as an abrasive agent (fig. 1:A). Since our research is focused on the wear damage produced on the edge of the artefacts, it was decided to polish only the bevel. The polishing of the bevels took between 30 and 50 minutes per hornfels artefact.

In the case of the eclogite and jadeite artefacts, the same procedure was employed. Here, the bevel polishing process extended to three/six hours, which is logical bearing in mind the greater hardness of these materials. The eclogite and jadeite blocks were collected in Mont Viso, Oncino and Vallon de Porco (Cuneo, Piemonte, Italy, fig. 1:C) by Dr. Pierre Pétrequin, who kindly donated them to us.

Measurements such as weight, length, width, cutting edge angle, and edge morphology were taken, being the dependent variables of the production process. Still, these values are not used in this paper since the relationship between this data and the use-wear development is currently being processed and is not yet ready to be published.

Understanding the raw material: hornfels, jadeite and eclogite rock

As a general classification, hornfels, jadeite and eclogite are rocks produced by metamorphism: medium/high contact metamorphism in the first case and high regional in the second and third.

Eclogite, jadeite and hornfels develop a crystalloblastic texture, formed in the process of crystalloblastesis, which completely alters the protolith texture. Specifically, we are talking about artefacts with a granoblastic texture. That is to say that they display a comprehensive range of medium and fine grain sizes. As for the fabric and structure, it is generally isotropic.

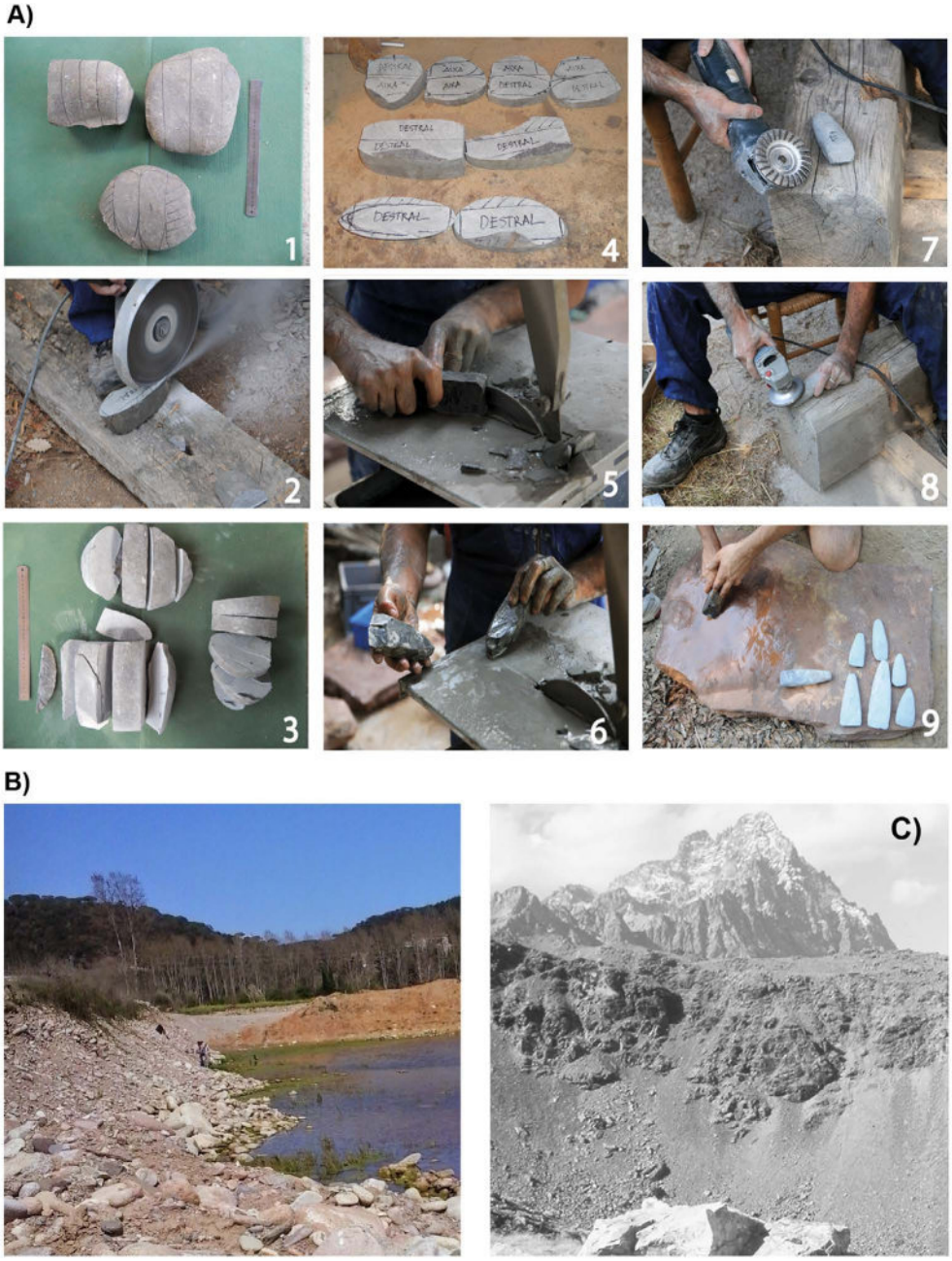


Fig. 1.—A) Experimental artefact making process, B) Place of hornfels gathering, C) Place of jadeite and eclogite gathering (Photo by Pétrequin *et al.,* 2011, 66).

Hornfels are pelitic greywackes with a conchoidal fracture. They are rich in biotites and dull minerals such as ilmenite and other iron oxides. Often one can see pseudophenocrysts which give them a mottled appearance (Clop, 2004). Hornfels is easy to find in the North East of the Iberian Peninsula. There are irregular outcrops in the Pyrenees axial zone and the mountains of the coastal area, while the detritic river basin deposits of the Segre and Ter rivers are rich in hornfels pebbles.

By contrast, eclogites are considered mafic rocks produced by high regional metamorphism (Castro Dorado, 1988) whose principal components are Na-pyroxenes, garnets and other secondary minerals like quartz (Amico, 2005). Jadeites are also produced by high regional metamorphism (Castro Dorado, 1988), with their principal components being albite, quartz, muscovite, omphacite, glaucophane, calcite, aragonite, analcime and zeolite (Lafuente *et al*., 2015). They outcrop on the Alpine Piedmont slopes, in the Swiss Valais and in the Ligurian-Piemontese Apennines, not to mention their presence as secondary deposits in the glacial and alluvial areas derived from the outcrop places (Ricq-de Bouard, 1996).

All this information will be useful given that the different components and grades of cohesion of these rocks will have a significant impact on the wear development. In line with this, it is to be expected that the active areas of the less cohesive hornfels rocks will be more fragile and likely to be affected by micro-chipping, while the micro-polish development will probably be less extensive in their active surfaces than in the jadeite and eclogite active areas.

On the other hand, the fact that the three lithologies contain different kinds of crystals, like quartz crystals, dictates that the use-wear approximation has to be done at different scales including an analysis of the matrix rock and a study of the crystals and other secondary minerals.

Using the experimental artefacts in woodworking activities

The woodworking activities included making 16 experimental artefacts and conducting 25 experiments that involved tree felling, bark removal and several craft activities such as planing timber, making digging sticks and bows (table 1, fig. 2). The worked material was fresh wood of diverse hardness from *Quercus ilex, Quercus robur, Pinus pinaster, Buxus sempervirens, Taxus bacatta, Quercus robur* and *Betula pendula* specimens.

Four different groups of experiments were carried out depending on the working kinematics, the force application, the active area symmetry and the hafting system: axe experiments, adze experiments, scraping experiments and hollowing out experiments.

Axe Experiments. They were carried out through direct percussion (translated from *Percussión lancée*, after Leroi Gourhan 1988), using a wooden direct right mortise as a haft with the blade positioned parallel to the haft. The tools have symmetrical working angles and were used by swinging the tool from the waist, cutting flat notches by placing the tool at 45° to the tree. In the case of axe DE17,

TABLE 1
WOODWORKING ACTIVITIES THROUGH DIRECT PERCUSSION

Artefact	*Worked material state and species*	*Activity performed*	*Raw material*	*Act 1*	*Act 2*	*Act 3*	*Total time*
DE2	Fresh Pinus	Debarking and cutting trees	Hornfels	30’	30’	—	60’
DE4	Fresh Quercus ilex	Debarking and cutting trees	Hornfels	30’	60’	—	90’
DE5	Fresh Quercus ilex	Debarking and cutting trees	Hornfels	45’	45’	—	90’
AE6	Fresh Taxus baccata	Preparation of a bow	Hornfels	311’	—	—	311’
DE7	Fresh Pinus	Debarking and cutting trees	Hornfels	30’	30’	60’	120’
AE9	Fresh Pinus	Debarking and cutting trees	Hornfels	60’	—	—	60’
AE10b	Fresh Buxus sempervirens	Preparation of a pointed stick	Hornfels	60’	—	—	60’
DE17	Fresh Quercus ilex	Debarking and cutting trees	Hornfels	30’	30’	30’	90’
AE19	Fresh Buxus sempervirens	Preparation of a pointed stick	Hornfels	60’			60’
DE22	Fresh Quercus ilex	Debarking and cutting trees	Hornfels	15’	30’	30’	75’
AE26	Fresh Taxus baccata	Preparation of a bow	Hornfels	149’	—	—	149’
AE30	Burned Quercus ilex	Debarking	Hornfels	45’	—	—	45’
AE37	Fresh Quercus Robur	Planing timber	Jadeïte	30’	—	—	30’
AE27	Soaked Betula pendula	Scraping bark	Hornfels	60’	—	—	60’
AE33	Soaked Betula pendula	Scraping bark	Hornfels	40’	—	—	40’
CIS35	Fresh Quercus ilex	Hollowing out timber	Jadeïte	60’	—	—	60’

a short section of deer antler was employed as a sheath, mounting it on a hole made in the handle. Six artefacts were used to work fresh *Quercus ilex* and *Pinus pinaster* (DE2, DE4, DE5, DE7, DE17, DE22) (fig. 2:A). The making of these tools was modelled on the wooden implements found in European palafittes such as Egolzwill (Stordeur, 1987; Wyss, 1994) and the anthropological tools from Irian Jaya (Pétrequin and Pétrequin, 1993).

Adze Experiments. They were carried out through direct percussion using a direct knee bend handle (translated from *Percussión lancée*, after Leroi Gourhan, 1988). The blades of the adzes were asymmetrical in cross-section and hafted transverse to the handle. The tools were used by notching the wood frontally at an acute angle in different activities such as planing timber, debarking wood and elaborating pointed sticks and bows. Six artefacts were used to work fresh *Quercus ilex, Buxus sempervirens*, *Taxus bacatta*, *Quercus robur* and *Pinus pinaster* (AE6, AE9, AE10b, AE19, AE26, AE27) and one used to work burned *Quercus ilex* (AE30) (fig. 2:B). In this case, the making of the tools was modelled on the wooden implements found in the early Neolithic site of la Draga (Girona), where the relationship between the stone tools and the worked wood has been studied extensively (Bosch *et al*., 2008; Palomo *et al*., 2013).

Scraping Experiments. They were carried out through pressure (translated from *percussión posée* after Leroi Gourhan, 1988) using direct terminal-axial hafts and blades that were asymmetrical in cross-section. The blades of the scraping tools

were placed on a wooden handle which had been split in two pieces and then tied together using a vegetal cord to work fresh *Betula pendula* (AE27, AE33) (fig. 2:C).

Hollowing out Experiments. An experiment was carried out through indirect percussion (translated from *Percussión avec percuteur* after Leroi Gourhan, 1988*)*, using direct terminal-axial hafts and blades that were asymmetrical in cross-section. The stone blade was inserted in a hole made in the axial part of a wooden stick and fixed in place using vegetal resin. The artefact was used to work *Quercus ilex* (CIS35) (fig. 2:E).

Fig. 2.—Using the experimental artefacts in woodworking activities. A) Axe used in felling trees, B) Adze used in debarking and cutting wood, C) Adze used in the preparation of a bow, D) Tool used in scrapping bark, E) Tool used in hollowing out timber.

Using the experimental artefacts in butchering activities

Four experimental artefacts were made and the same number of experiments were carried out during which the ribcage, limbs and the spinal column of three *Sus scrofa* and one *Ovis aries* were chopped and the meat cut by means of direct percussion using a wooden direct right mortise as a haft with the blade positioned parallel to the haft. The tools have symmetrical working angles and were used to chop at an angle of 45º with the animal in the vertical position (fig. 3). The artefacts used for this purpose were DE21, DE23, DE28 and DE 34 (table 2).

TABLE 2
BUTCHERING ACTIVITIES THROUGH DIRECT PERCUSSION

Artefact	*Worked material*	*Activity performed*	*Raw material*	*Total time*
DE21	Wild boar flesh and bone	Chopping ribcage and spinal column	Hornfels	45’
DE23	Wild boar flesh and bone	Chopping ribcage and spinal column	Hornfels	20’
DE28	Ovis aries flesh and bone	Chopping ribcage and spinal column	Eclogite	90’
DE34	Wild boar flesh and bone	Chopping ribcage and spinal column	Jadeite	60’

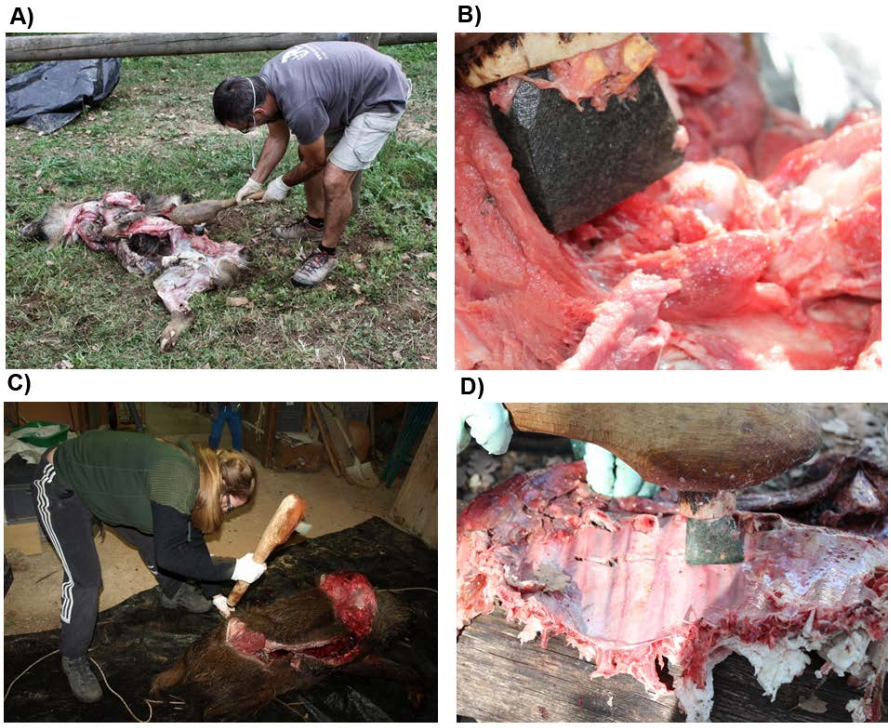


Fig. 3.—Using the experimental artefacts in butchering activities. A/C) General views of the activity, B) Chopping meat, D) Chopping the ribcage.

Using the experimental artefacts in hide processing activities

The hide-processing activities included making 12 experimental artefacts, with which 15 experiments were conducted (table 3, fig. 4). They were carried out through pressure transverse actions and direct percussion using direct terminal-axial hafts and blades that were asymmetrical in cross-section. The blades were placed on a wooden handle which had been split in two pieces and then tied together using a vegetal cord to work fresh, dry and soaked *Sus scrofa* hides. In one case (AE12) the blade was hafted transverse to a direct knee bend handle.

TABLE 3
HIDE-PROCESSING ACTIVITIES THROUGH INDIRECT PRESSURE

Artefact	*Worked material*	*Activity performed*	*Raw material*	*Act 2*	*Act 3*	*Act 4*	*Total time*
AE8	Fresh wild boar hide	Direct percussion and pressure	Hornfels	120’	100’	—	220’
AE11	Fresh wild boar hide	Direct percussion and pressure	Hornfels	120’	90’	—	210’
AE12	Fresh wild boar hide	Direct percussion and pressure	Hornfels	120’	40’	—	280’
AE13	Fresh wild boar hide + ochre	Pressure	Hornfels	90’	—	—	90’
AE15	Fresh wild boar hide + ashes	Pressure	Hornfels	120’	—	—	120’
AE18	Fresh wild boar hide + ochre	Pressure	Hornfels	120’	—	—	120’
DE20	Fresh wild boar hide + ashes	Pressure	Hornfels	120’	—	—	120’
DE23	Fresh wild boar hide	Direct percussion and pressure	Hornfels	90’	—	—	90’
AE24	Dry wild boar hide + ochre	Pressure	Hornfels	180’			180’
AE25	Dry wild boar hide + ashes	Pressure	Hornfels	120’			120’
AE27	Fresh wild boar hide	Direct percussion and pressure	Hornfels	150’	—	—	150’
AE39	Dry wild boar hide + ashes	Pressure	Jadeite	90’			90’
AE27	Dry wild boar hide	Pressure	Eclogite	180’			180’

Four different groups of experiments were carried out depending on the working kinematics, the force application, the presence of an abrasive agent and the state of the worked material (dry, soaked, fresh).

Five artefacts were used during the first hide-processing step, which consisted in separating the fat and meat from the hide. In this process, the artefacts were used in a combination of direct percussion and scraping movements, without using abrasives (AE8, AE11, AE12, AE23, AE27) (fig. 4:A/B).

Four artefacts were used in the second step, when the task was reduced to cleaning only small particles of organic material using ash and ochre as abrasives. In those cases, a scraping movement was chosen (AE13, AE15, AE18, AE20) (fig. 4). Two artefacts were used in scraping dry hides with ash and ochre as abrasives (AE24, AE25) (fig. 4:C/D), whereas one artefact was used in scraping soaked hide with ash as an abrasive agent (AE39).

Fig. 4.—Using the experimental artefacts in hide processing activities. A/B) Fresh hide processing, C) Fresh hide processing with ochre as abrasive, D) Fresh hide processing with ash as abrasive.

Using the experimental artefacts in hoeing activities

The hoeing activities involved making 2 experimental artefacts and conducting 2 experiments (table 4, fig. 5).The first experiment was carried out in a shaded area specially prepared to be used as a garden. The land had previously been cleaned of stones bigger than 2 cm and there was a dense green vegetation cover. The second experiment was carried out in "La Draga" (Banyoles, Girona), in a place prepared as an experimental cropping field. Rocks bigger than 2 cm had been removed. The soil humidity was high given the proximity to the lake; vegetation was scarce.

TABLE 4
HOEING ACTIVITIES THROUGH DIRECT PERCUSSION

Artefact	*Worked material*	*Activity performed*	*Raw material*	*Act 2*	*Total time*
DE1	Non-rocky soft soil	Hoeing	Hornfels	60'	60'
DE36	Soft soil with small rocks	Hoeing	Hornfels	60'	60'

Fig. 5.—Using the experimental artefacts in hoeing activities. A/B/C) Different perspectives of the hoeing work.

The experiments were carried out through direct percussion using a direct knee bend handle modelled on the wooden hoes observed in Kauman communities of Papua New Guinea (Niles, 1942). The blades of the adzes were asymmetrical in cross-section and hafted transverse to the handle. The tools were used by notching the ground frontally at an acute angle.

Materials and methods

Residue distribution and cleaning

After each experimental use, the residues were removed with an ultrasonic cleaner. In order to eliminate the tree resin, the implement was left for at least 10 minutes inside the ultrasonic machine with a 10% aqueous NaCl solution. It came to our attention that tree resin remains, observed at high magnification, could be confused with use traces. As seen in figure 6, resin residues leave a dull micro-polish with an irregular micro-topography and a semi-closed pattern. It can be seen up to 4 mm from the edge and often exhibits extensive surfaces and numerous linear features.

In order to eliminate the fat and meat residues, the implement was left for at least 15 minutes in the ultrasonic machine with a 30% hydrogen peroxide solution, after cleaning the artefacts with soap.

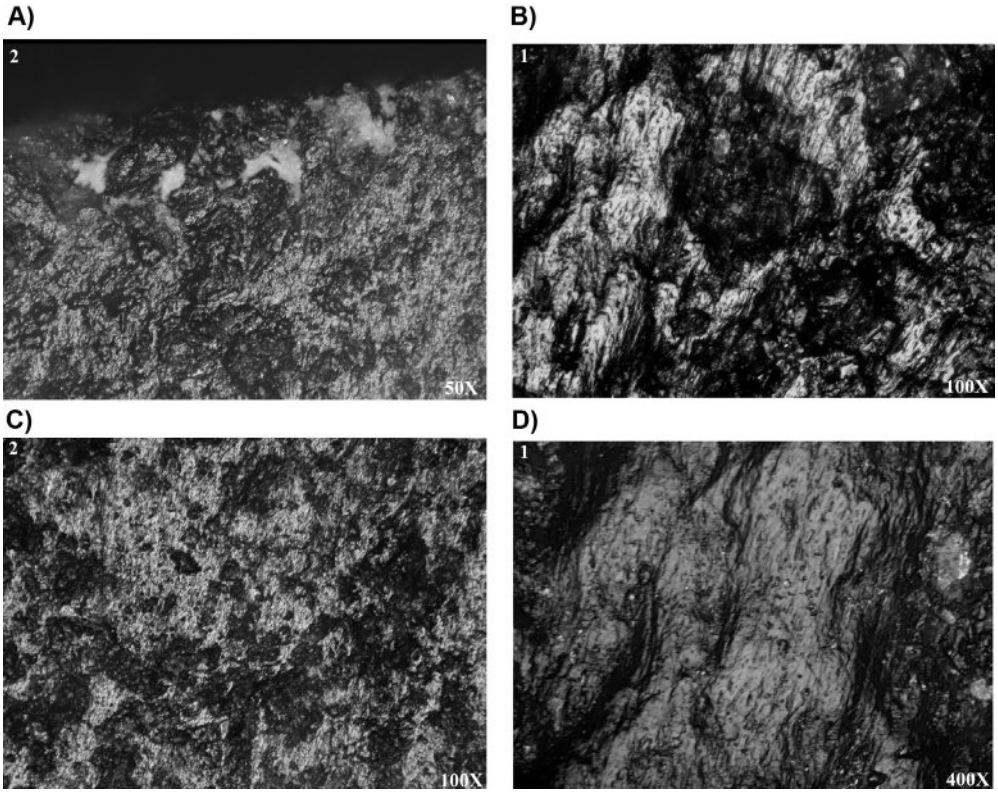


Fig. 6.—Woodworking micro-residues. A) Wood residues at 100x, B/C) Wood residues at 100x, D) Wood residues at 400x.

Acetate casting

Once the artefact had been cleaned, an acetate mould was cast for each bevel of the experimental tools. Given that axes and adzes are rather large objects, moulding is a very useful way of providing a convenient surface that can easily be placed in an electron microscope, thus simplifying image taking.

This operation was carried out after each use, with the technological surface being the first to be moulded. This was a very practical action which facilitated the study of the wear development of each experimental artefact, since replicas were obtained of the same tool edge area reflecting the different stages of wear.

Use-wear study

A microscope and binocular microscope study was carried out after every use. For the low power magnification observation, the 10X and 40X objectives of an Olympus BX51TRF binocular microscope were used. In this observation, the criteria proposed by Adams (Adams *et al*., 2009), concerning topographic variations, levelling, linear traces, pits, grain extraction and cracks were followed.

For the high power magnification observation, required for quartzite and other heterogeneous rocks (Clemente, 1997), the crystals from the matrix were analysed differently, using an electron microscope. Furthermore, the widely irregular nature of the hornfels surface topography made the observation at 100X, 200X and 400X magnification essential, because of how rarely extensive micro-polish developed on these surfaces. To date, the methodology we have used has been a combination of methodologies previously proposed by various authors, further adapted to meet our needs (Clemente, 1997; González and Ibáñez, 1994; Vaughan, 1983). The observation was carried out from three perspectives: vertical, horizontal and slightly inclined. The image procurement was achieved by means of a multifocal system.

During the analysis, the flint, quartzite and quartz experimental reference collection in the IMF-CSIC's Laboratory of Prehistoric Technology was often referred to. It was extremely useful for studying the different features that appeared in our experimental artefacts.

RESULTS AND CONCLUSIONS

Results

Technological wear

Macroscopic wear pattern (fig. 7)

In the first place, what we see when we analyse the technological surface of a polished adze or axe is the result of the contact between two very hard surfaces: the

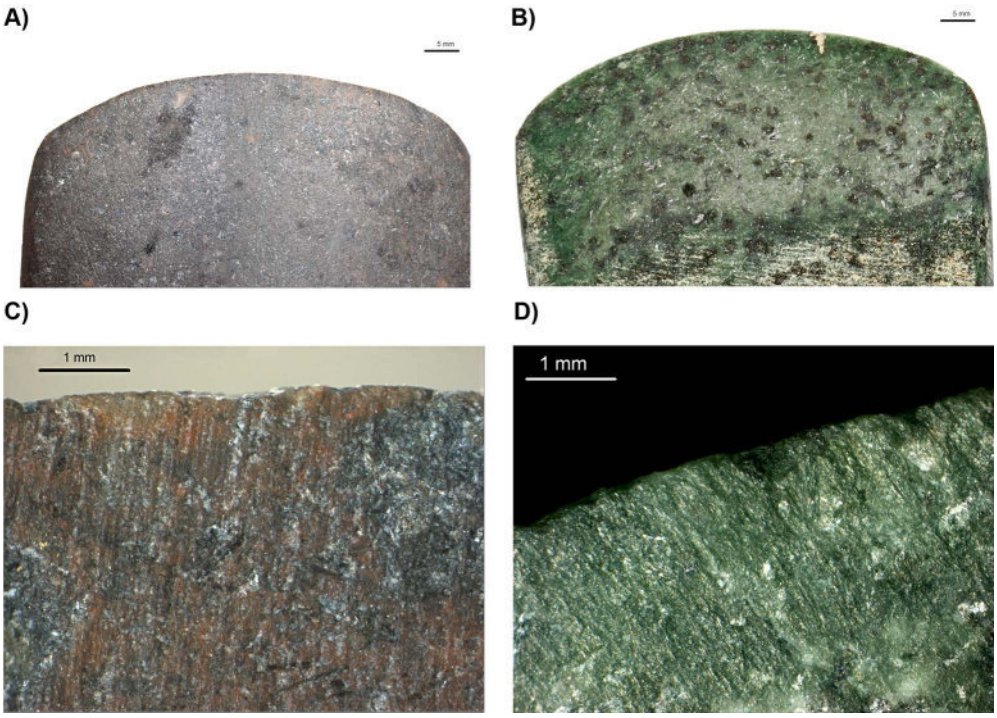


Fig. 7.—Technological macroscopic wear pattern. A) Hornfels macroscopic view. DE20, B) Eclogite macroscopic view. DE22, C) Hornfels macro-wear traces. DE18, D) Eclogite macro-wear traces. DE22.

tools and the abrasive sandstone. What occurs during this process is the fracture of the more superficial parts of the original topography, grain extraction and the abrasion of grains, rock particles and dust cementation, ultimately leading to the surface becoming levelled. As a result of incremental abrasion and transversal polishing kinematics, long linear traces perpendicular to the edge appear on the bevel (fig. 7:C and fig. 7:D).

As a general rule, it is obvious that grain size and cohesion is a matter of great importance in the wear development. Consequently, although the same wear pattern can be identified in both in eclogite/jadeite and hornfels, the greater hardness of the alpine rocks provokes a more severe damage in the abraded surfaces. Therefore, the harder and more compact the rock is, the more linear traces will appear and the more regular the final surface will be.

Regarding the hornfels axes, the aspect of their topography can be considered as flat at low magnification (fig. 7:A and fig. 7:B). In relation to the surface roughness, it varies from regular to irregular depending on the grain cohesion, with the more compact being more regular. There is an evident process of grain extraction and fracture which leads to the formation of micro-pits and the emergence of broken crystals. The linear traces have a loose closed distribution, appearing perpendicular/

oblique to the working edge and parallel to each other, with lengths between 0.5 mm and 2 mm and widths between 0.02 mm and 0.05 mm. They are U-shaped in cross-section.

Micro-chipping damage only appears in the coarse-grained artefacts. These traces are usually isolated and half-moon shaped, and no bigger than 1 mm. This damage provokes the apparition of fresh rock surfaces with angular grains.

In eclogite/jadeite, the production process generates a very levelled and regular technological surface, crossed by connected and covered linear traces of 0.5 – 1 mm in length and 0.05 mm in width. There are isolated micro-chippings that are never bigger than 1 mm (fig. 7:D).

Microscopic wear pattern (fig. 8)

The microscopic wear pattern is characterised by a generic weak non-diagnostic micro-polish that can be seen all over the polished area (fig. 8:A). This micro-polish can be more close-patterned at some small spots in the most superficial areas of the micro-topography of the very edge, developing a dull and irregular surface. The recognition of this technological wear resulting from the manufacturing process is essential so as not to confuse it with the result of working a hard or semi-hard material.

Regarding the linear indicators identified in our experimental artefacts, it was possible to distinguish between scratches, striations, grooves, polished striations and directional micro-polish, although the last of these is not very extensive. Scratches appear as short and wide features (150 μm in width, 800 μm in length) (fig. 8:B) that can include internal striation and whose topography is flat and very bright. They appear isolated, close to one another and perpendicular to the edge. Grooves are unpolished wider figures, "U"-shaped in cross-section, and can measure up to 200 μm in width. They appear isolated starting on the edge. Polished striations are quite common, they are long (100 μm) and narrow (2-5 μm) and often appear grouped in clusters oriented perpendicularly to the edge (fig. 8:E). Striations are features similar to the ones above but wider (15 μm wide) and without polish.

The whole range of crystal wear can be seen: complete, banished, medium-abraded and only bottom conservation. Crystals can appear smashed, cracked or with internal micro-pits. There is no crystal polishing but crystal extraction and striations are frequent (fig. 8:C). Regarding the micro-chipping damage, half-moon, triangular and square-shaped features appear alongside one another but rarely superimposed.

In the case of the eclogite/jadeite artefacts, the wear is very different from that found on hornfels tools. The entire surface is affected by a very bright semi-closed directional micro polish covered by polished striation. The polished striation follows the polishing kinematic, mainly perpendicular to the edge, and is grouped in clusters of striations parallel to each other, although in certain places some transversal striations can be found superimposed on the first ones (fig. 8:D-E-F). The striation width is around 5 μm, while the length varies between 500-700 μm. Pronounced

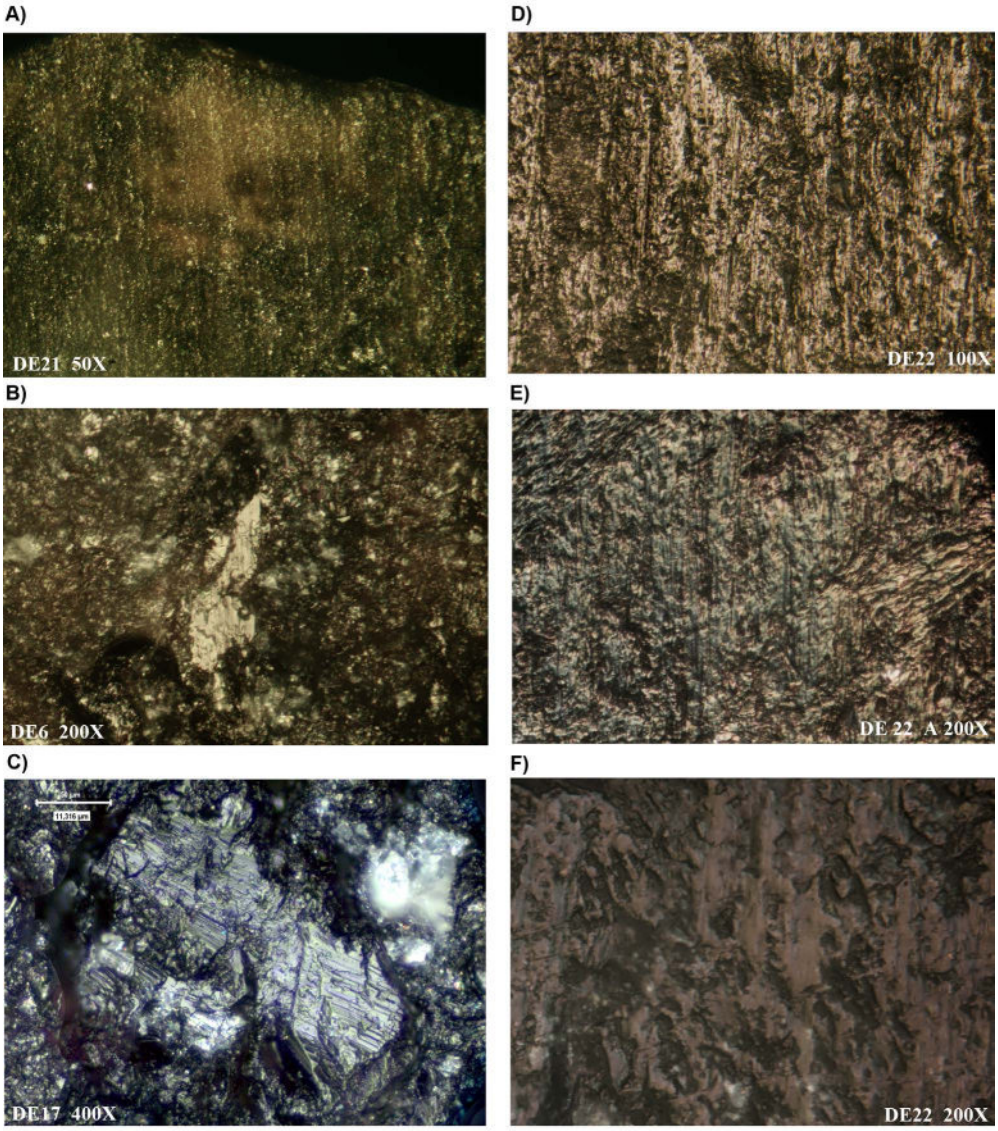


Fig. 8.—Technological microscopic wear pattern. A) Hornfels showing an open micro-polish perpendicular to the edge. DE21, B) Hornfels technological scratch. DE6, C) Hornfels crystal displaying striation. DE17, D/E/F) Eclogite technological bright, semi-closed, directional micro-polish covered by polished striation. DE22.

rounding is not found on these artefacts. Regarding crystal wear, quartz particles appear extremely abraded, so the crystal characterisation used in the hornfels analysis in not applicable in this case.

Butchering wear

Macroscopic wear pattern (fig. 9)

The butchering artefacts exhibit a mixture of wear resulting from contact with a very hard material (bone) and a very soft one (meat), causing abrupt and fresh edge damage combined with a slight rounding. In this case also, grain size and cohesion is a matter of great importance in the wear development given that the more cohesive materials (jadeite and eclogite, fig. 9:C) present less macro-wear and more micro-wear damage than hornfels (fig. 9:B).

Macro-chipping damage appears on the coarse grained bevels as continuous and superimposed features, displaying half-moon, triangular or trapezoidal shapes between 2 and 6 mm wide (fig. 9:C). This damage provokes the apparition of new fresh rock surfaces with angular grains on the inside of the chips, combined with a slight rounding in the superficial areas of the micro-topography between the micro-chippings.

At low magnification (10-15X, fig. 9:C), the eclogite and jadeite macroscopic aspect appears barely changed in comparison with the technological surface. The punctual apparition of angular-shaped micro-chippings can be observed here,

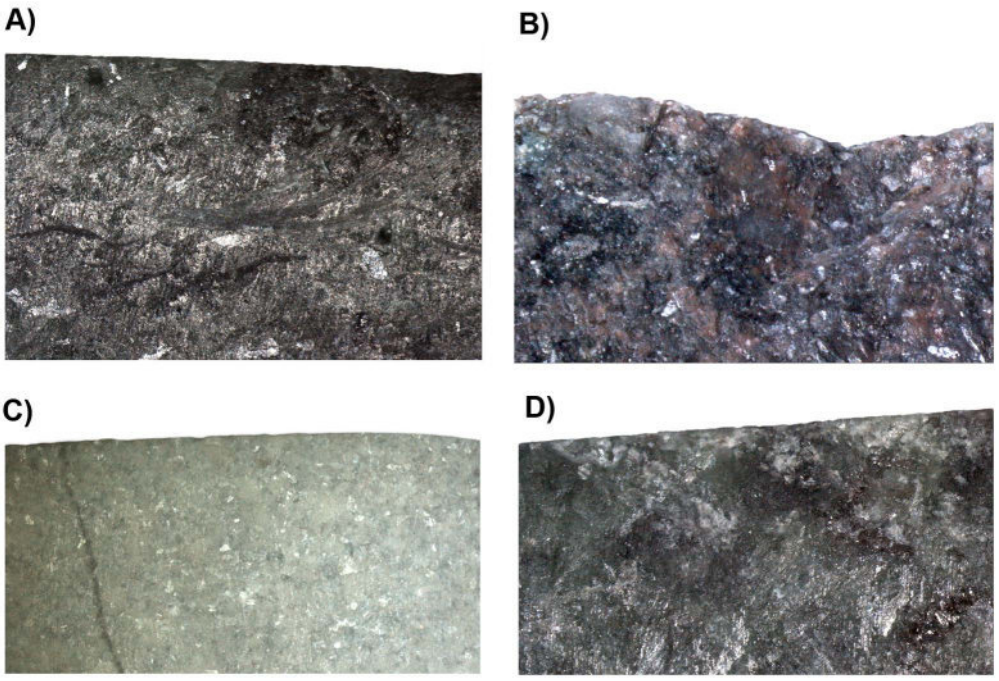


Fig. 9.—Experimental artefacts displaying macro-wear after butchering activities. A) Linear traces drawing an arch-like curve. DE28.30X, B) Fresh, superimposed and abrupt chips. DE21.30X, C) Non- affected surface. DE34.5X, D) Linear traces oblique to the edge DE28.30X.

generally smaller than 2 mm in width. Concerning the surface roughness, some of the technological linear traces can appear slightly altered, while the edge shows initial signs of rounding and smoothing. Over the technological surfaces new linear traces are developed, presenting a concentrated separated distribution drawing an arch-like curve placed at 2 mm from the active edge (fig. 9:A and fig. 9:D). These traces are U-shaped in cross, 1-2 mm long and 0.2-0.1 mm wide.

Microscopic wear pattern (fig. 10)

On both hornfels and jadeite/eclogite active areas, the butchering microscopic wear pattern is characterised by an extensive, dull, irregular and open micro-polish developed in the superficial areas of the micro-topography. This micro-polish extends between 2-3 mm from the edge. Generally, there are no differences between Face A and Face B in this kind of activity.

Regarding harder materials such as eclogite/jadeite, in the area up to 0.5 mm from the edge of the bevel, the micro-polish network pattern becomes semi-open, displaying smooth micro-topography (fig. 10:B). Punctually, a very bright and

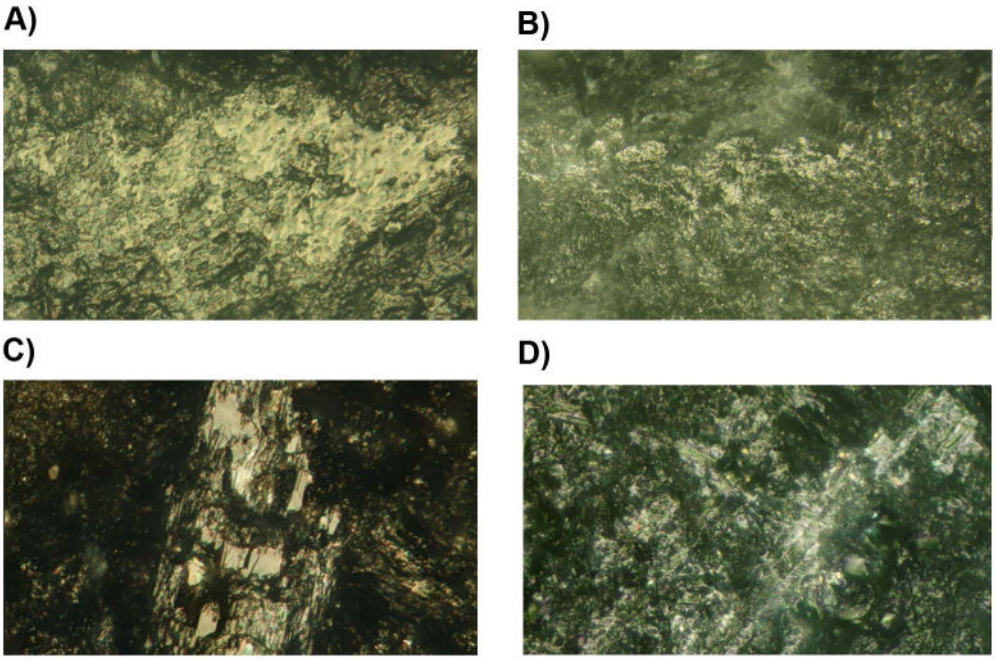


Fig. 10.—Experimental artefacts micro-wear after butchering activities. a) Bright and compact micro-polish with flat/undulating micro-topography. DE28.200X, B) Semi-open, bright irregular micro-polish DE28.100X, C) Crystal displaying abrupt and large extractions DE21.200X, D) Linear traces oblique to the edge DE34. 200X.

compact-networked micro-polish with flat/undulating micro-topography appears, located in isolated plaques near the edge (fig. 10:A). A loss of the technological surface can be observed in the area extending up to 1 cm from the edge, where the technological striations are altered by an irregular and shiny micro-polish (fig. 10:D).

Micro-chippings are abrupt, with plenty of fresh fractures in irregular, quadrangular and triangular forms. These features are more commonplace in hornfels than in eclogite/jadeite, in the former, the fractures are more abrupt and the degree of association more continuous and superimposed.

The combination of animal matter abrasion and powerful impacts against a very hard material produce a mixture of complete fresh crystals, medium abraded and totally abraded ones. There are large crystal extractions showing straight fractures with no striation (fig. 10:C). A shiny, smooth micro-polish can be identified in the medium abraded crystals.

Hoeing wear

Macroscopic wear pattern (fig. 11)

Low magnification observation of the hoeing artefacts shows severe alterations in hornfels active areas, displaying big chips between 7-3 mm wide and an intense edge blunting that extends 1 cm from the edge, at least on the contact face (fig. 11:A). All the technological edge surfaces are completely altered by the abrading action of the soil, fundamentally exhibiting non-polished grooves and pecking.

Important differences between Face A (the contact face) and Face B can be observed. Face A contains most of the linear traces and rounding but hardly bears any trace of micro-chipping occurring on the edge (fig. 11:A). The loss of the technological surfaces is also more pronounced in this area, since the entire bevel displays covered-closed and covered-concentrated striation, with grooves that are U-shaped in cross-section and perpendicularly oriented to the edge. On Face B (the non-contact face, or the face which is exposed to less contact) the macroscopic alterations (pecking and blunting) are developed as far as 1 cm from the active edge (fig. 11:B). The edge damage is concentrated on this face: the damage features are abrupt, superimposed, with shapes varying between half-moon, triangular and irregular.

Microscopic wear pattern (fig. 11)

Face A displays an irregular, dull, semi-open-patterned micro-polish, formed inside and between micro-chippings, and displaying linear indicators extending 1.5 mm from the edge. Regarding linear traces, these are deep striations ending in a "U" shape, which are located between micro-chippings. They appear concentrated-closed

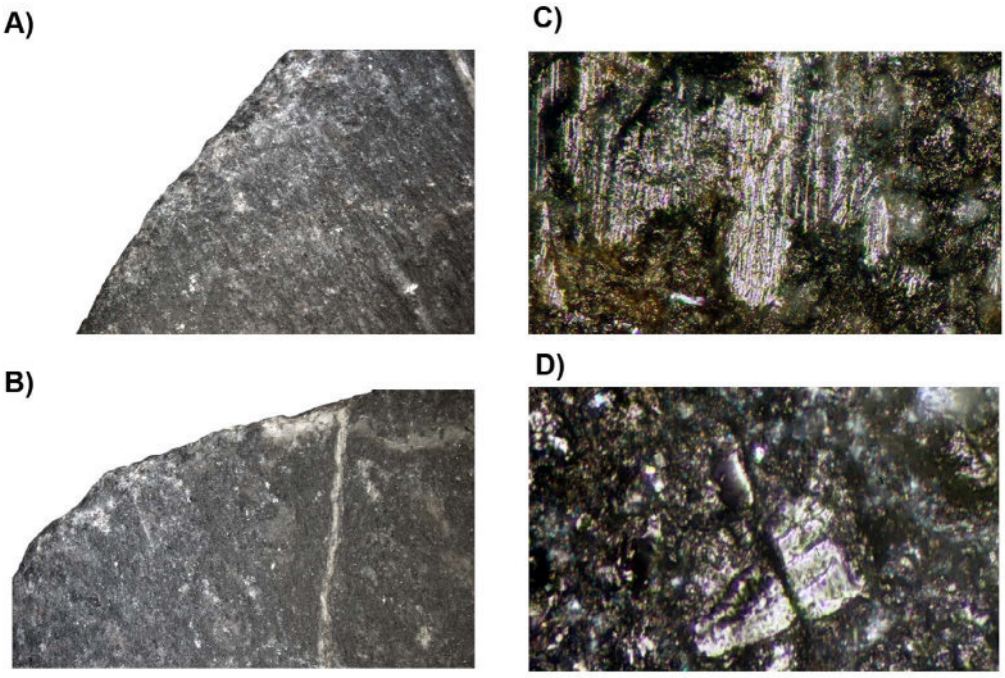


Fig. 11.—Hoeing macroscopic and microscopic wear traces. A) Contact face showing perpendicular to the edge grooves and pecking. DE1.15x, B) Non- contact face with less rounding and linear traces than face A. DE1.15x, C) Directional, compact, bright micro-polish. DE36.100x, D) Crystal displaying undulating micro-polish and pecking. DE1.200x.

and oriented perpendicularly to the edge (fig. 11:C). This micro-polish development is less intense on Face B, as the wear here does not extend further than 1 mm from the edge. An open/semi-open, dull, irregular micro-polish is developed inside and between micro-chippings, punctually displaying directional indicators.

Due to the fact that this activity consists in beating a very hard and abrading worked material, the crystals appear both very fresh and much abraded. In these cases, there is a very scarce presence of micro-polish crystals, which are generally shiny and displaying slightly pecked undulating surfaces (fig. 11:D). Micro-chipping features are irregular, abrupt and superimposed, appearing rounded in most of the cases.

Woodworking wear

Macroscopic wear pattern (fig. 12)

Low magnification observation of woodworking artefacts did not show severe alterations on the surfaces of the hornfels artefacts (fig. 12:C). Micro-chipping

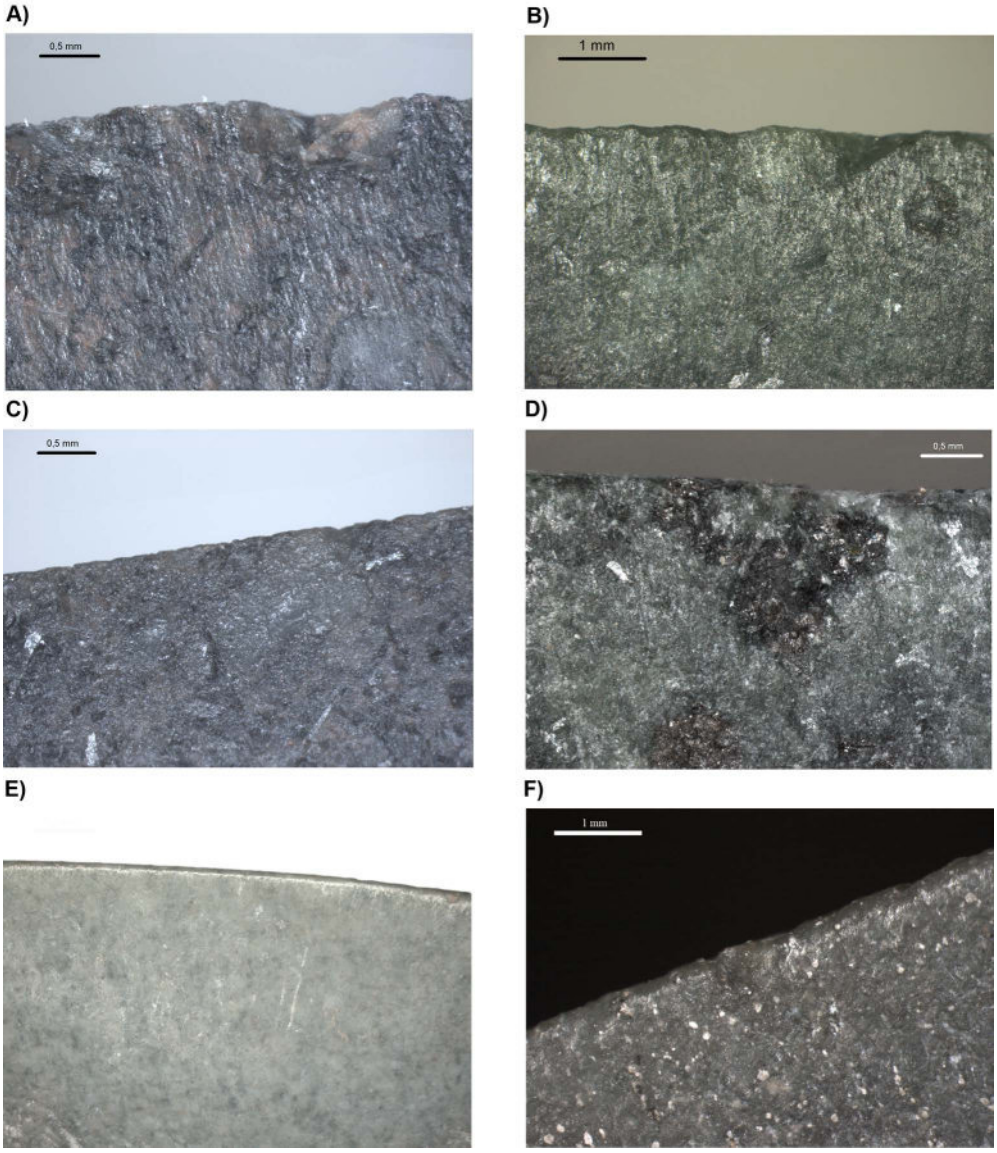


Fig. 12.—Woodworking and hide processing macroscopic wear pattern. A) Hornfels displaying isolated, half –moon, fresh chips after woodwork. DE17, B) Eclogite presenting an angular, isolated micro-chip after woodwork. DE22, C) Hornfels with an isolated micro-chip inferior to 0,3 mm wide after woodwork. DE5, D) Eclogite used to work fresh hide showing a very slight edge rounding. AE27, E) Jadeite edge rounding and linear traces after working a soaked hide with ash as abrasive. AE39.10x, F) Hornfels displaying high rounding after working a fresh hide. AE11.

damage between 1-4 mm wide was formed, displaying a range of half-moon, quadrangular, cylindrical and irregular shapes (fig. 12:A). Still, this damage occurred as isolated elements and only appeared when the artefact had been used for more than an hour. In the case of the tools made from eclogite/jadeite, the extreme hardness of the rock prevented the formation of chipping and striation damage, so these features were very scarce (fig. 12:B).

In some cases, the technological linear grooves resulting from the manufacturing process disappeared with the increase of cementation and levelling. Macroscopic differences between Faces A and B on woodworking tools are present in some of the artefacts hafted with the blade oriented perpendicularly to the haft. In these cases, micro-chipping tends to be concentrated on the contact edge.

Regarding AE30 (debarking burned wood), the contact face displayed an intense rounding, smoothing and levelling of the technological linear grooves, without a significant chipping formation. As for AE27 and AE22, used to scrape soaked bark, only AE22, made of hornfels rock, was affected by the creation of abrupt and continuous micro-chipping on the central contact face. Finally, CIS35, made of jadeite and used to hollow out fresh timber, did not display significant changes with respect to the original technological surfaces.

Microscopic wear pattern on woodworking tools (fig. 13)

The constant impact against wood causes continual micro-breakage all along the edge, which means that it is difficult for extensive micro-polish and edge rounding to develop (fig. 13:A). Indeed, we observed a mixture of recently micro-chipped surfaces with angular grains which did not display either linear or polish wear and punctual spots of only about 4000 to 7000 μm2 where the polish and rounding were actually preserved.

On the very edge, one could see isolated areas of compact-patterned micro-polish visible only at 200/400X. As may be observed in the images, these features were characterised by great brightness and an undulating micro-topography (fig. 13:E). This micro-polish appeared both in the superficial areas of the edge as well as within the internal parts of the chips. A semi-closed irregular-patterned micro-polish, with internal directional striation appeared inside some isolated and short grooves. The edge damage was fundamentally half-moon shaped, although quadrangular and triangular features were also to be seen. Some of them were rounded, with internal linear traces and micro-chipping. The micro-chipping closest to the cutting edge presented fresh fractures and high grain angularity.

With regards to crystal wear, there was often a mixture of altered and fresh crystals. The altered crystals revealed high rounding, a bright aspect, and an undulated micro-polish, with isolated large extractions, reflecting the hardness of the worked material (fig. 13:C). In some cases, it was possible to identify internal striation.

The wear pattern exhibited clear differences between hornfels and eclogite/jadeite. While in hornfels the crystal micro-polish was partial, in the eclogite/jadeite

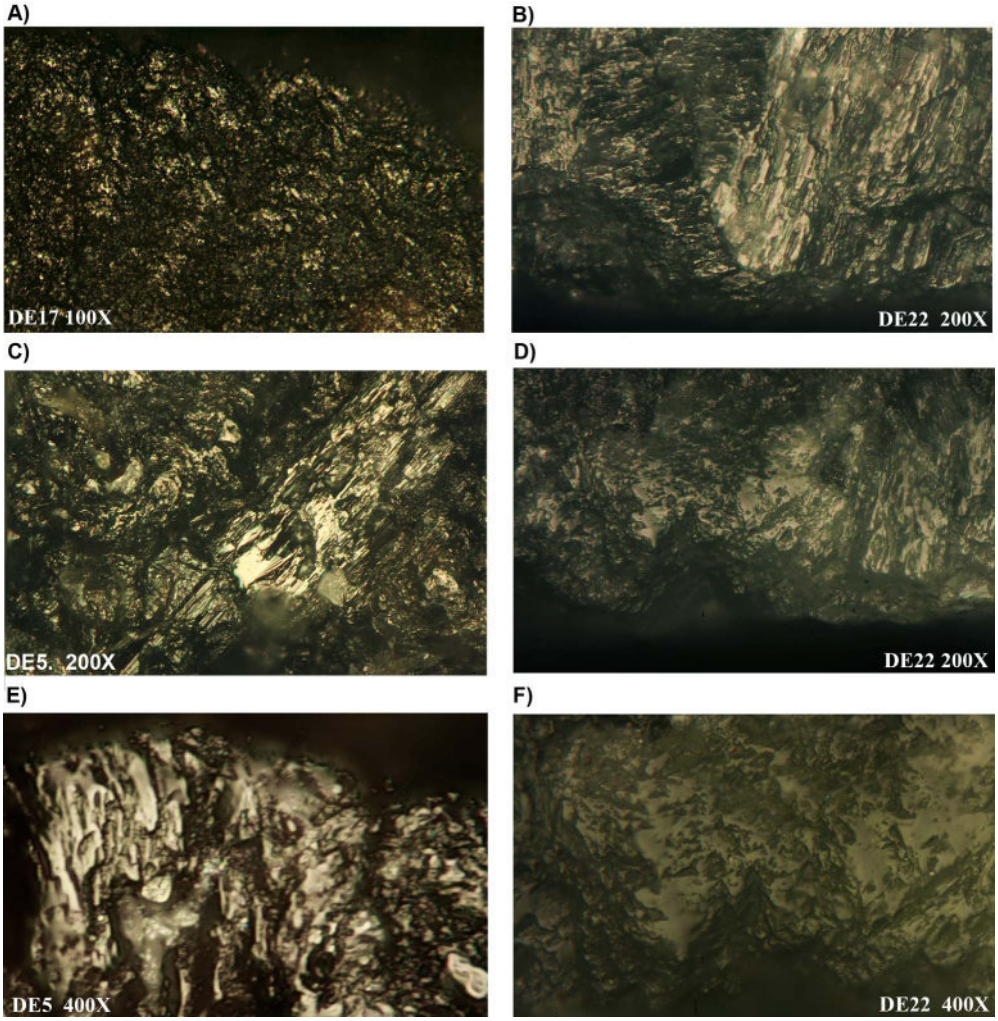


Fig. 13.—Woodworking microscopic wear pattern. A) Hornfels displaying an irregular, semi-open micro-polish. DE17, B) Eclogite crystal covered by a bright, undulating micro-polish. DE22, C) Hornfels with an undulating, bright micro-wear both over a quartz crystal and the rock matrix, D/F) Eclogite with a flat/undulating bright and compact micro-polish. DE22, E) Hornfels crystal covered by a bright, undulating micro-polish. DE5.

rock the main part of the affected crystals appeared completely covered by a very bright and undulating micro-polish (fig. 13:B). Another difference is the fact that, as the eclogite surfaces are harder and more difficult to break, the polish development was more extensive and brighter in these cases (fig. 13:D, fig. 13:F).

Differences between Faces A and B are difficult to establish microscopically in the case of the axes, as the micro-polish was only confined to very small areas.

As for the tools hafted perpendicularly to the edge, there was a tendency whereby a more extensive wear appeared on the contact face and a more closed micro-polish had developed.

Regarding AE30 (debarking burned wood), the contact face (Face A) displayed medium rounding extending 4 mm from the edge, while micro-polish extended somewhat further (5 mm from the edge) This micro-polish was closed to compact, irregular and bright and it included directional indicators. The micro-chipping was continuous, displaying a rounded fracture. Deep striations were present between micro-chippings in a closed-concentrated organisation, oriented perpendicularly to the edge. Closed-loose, oblique to the edge, U-shaped striations were also present. Face B showed less extensive micro-polish development as well as a less compact network pattern without directional indicators. The crystals were fresh, medium and much abraded, with no micro-polishing or extraction/striation, though they were affected by pecked breakage.

As for AE27 and AE33, used to scrape soaked bark, AE33 developed a dull, open to semi-closed, irregular micro-polish, located in small spots in the superficial areas of the micro-topography extending up to 0.3 mm from the edge. On the contact face, this polish had directional indicators and was concentrated midway down the edge, presenting an orientation perpendicular to the edge and a closed-concentrated association. Micro-chipping was accumulated on Face A (displayed continuously, with an abrupt fracture and quadrangular shapes), where there was no rounding nor crystals preserved. Linear traces were also more common on Face A, where deep striations between micro-chippings were formed in a closed-concentrated orientation perpendicular to the edge. The crystals were scarce on Face B, much abraded, presenting pecked breakage and a partial, smooth micro-polish.

On the other hand, AE27, made of eclogite, developed an open irregular micro-polish on Face A, while on Face B it was closed, undulating and shiny, and at 0.3 mm from the edge, it became compact, flat, and appeared in isolated plaques. The crystals were complete and medium-abraded displaying an undulating, bright micro-polish on both faces, with pecked breakage, large straight extractions and striations on Face B. Superficial striation was present on Face A, which was concentrated-separated, perpendicular to the edge and flat-shaped. Micro-chipping was continuous and superimposed in the central areas of Faces A/B, showing an abrupt fracture and oval-shaped, triangular, irregular shapes.

Finally, the use-wear traces on CIS35, made of jadeite and used to hollow out fresh timber, extended up to 3 mm from the edge, and were characterised by an undulating, bright, open to semi-open network pattern located in the superficial parts of the micro-topography. The crystals were fresh, medium and much abraded, revealing a partial, undulating and bright micro-polish and large straight extractions. There were fresh and continuous micro-chippings displaying oval, half-moon and irregular shapes. Scarce deep striations were present between the micro-chippings, displaying a concentrated-closed orientation parallel to the edge and ending in a U-shape. Face B showed less extensive micro-polish development as well as a less compact network pattern without directional indicators.

Hide processing wear

Macroscopic wear pattern (fig. 12)

Hide processing using hornfels tools did not provoke micro-chipping bigger than 0.5 mm in length. These features were very common, practically appearing all along the edge of the non-contact face. The edge rounding is noteworthy (fig. 12:E, fig. 12:F). It appeared chiefly midway down the edge of the artefact and became especially distinct after at least three hours of work. In these cases, the use-wear differences between the bevels were very pronounced: the rounding and the micro-chipping appeared unifacially, concentrated on the bevel that had been in contact with the worked material.

In the case of the adze made of eclogite and used to process a fresh hide, no micro-chipping formed even after 2 hours of work and the rounding was only visible in a few spots (fig. 12:D). Here, the grain cohesion keeps playing a very important role, as the tools that display a more cohesive pattern will develop less rounding and fewer linear traces than those made of coarse and soft materials.

Regarding the hides processed with abrasives, the results were quite different from the ones above. In the case of the artefacts where ochre was used, we observed a higher degree of rounding in all the experimental artefacts. The ochre and animal particles formed a new levelled surface that smoothed the technological one. This process of levelling appeared combined with isolated micro-chipping no wider than 2-3 mm. In the tools that had worked with ash as an abrasive, the bevel rounding reached 2 mm from the edge, and appeared jointly with a bright micro-polish along the working bevel, which eliminated the previous technological surface. The micro-chipping features appeared unifacially and were never bigger than 1 mm. Only on AE15 did this micro-chipping occur combined with short linear traces (1 mm long).

As for the dry hide working tools, the aforementioned features observed on tools used to work fresh hide also occurred here, this time, however, they were even more accentuated. The tool used to process dry hide with ochre developed a new rounded edge extending 3 mm from the old edge, completely smooth, while the dry hide processing tool with ash as an abrasive generated an intense rounding extending 2 mm from the edge, covered by short and non-polished grooves perpendicular to the edge. And finally, Adze 39, used to work a soaked hide developed a high degree of rounding extending 3 mm from the edge, crossed by concentrated-connected linear traces and a bright polish.

Microscopic wear pattern on hide processing tools (fig. 14)

In the hornfels tools that worked without abrasive particles, a high degree of rounding in some of the edge areas can be observed after three hours of work (fig. 14:E, fig. 14:A). An irregular micro-polish with semi-open network appears covering

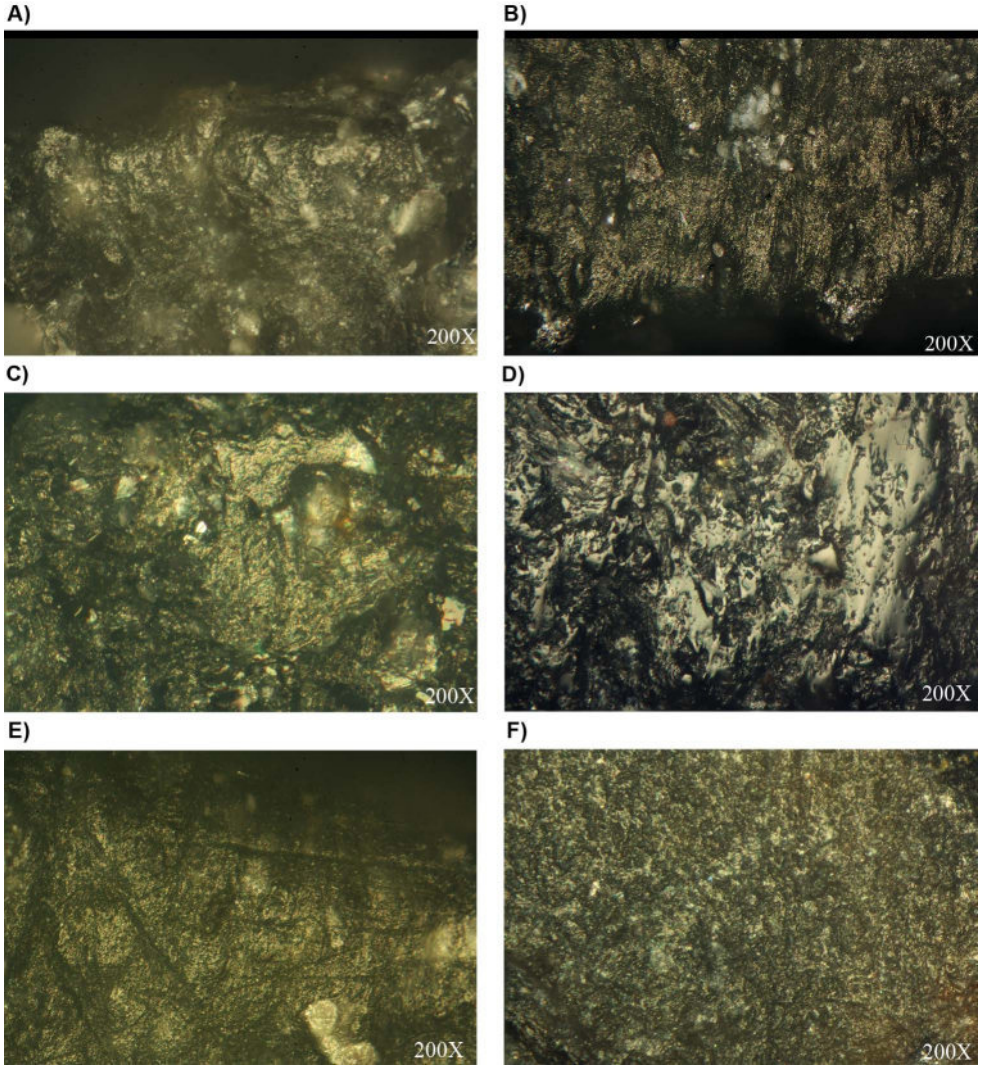


Fig. 14.—Hide processing microscopic wear pattern. A) Fresh hide semi-closed and irregular micro-polish and rounding. AE8, B) Fresh hide with ash as abrasive closed and irregular micro -polish with directional indicators and rounding. AE15, C) Fresh hide crystal displaying corrosion and irregular micro-polish. AE12, D) Fresh hide with ash as abrasive compact, flat/undulating micro -polish with directional indicators. DE20, E) Fresh hide irregular, semi-closed micro-polish covered by randomly oriented linear traces. AE11, F) Fresh hide open and irregular micro-polish. DE18.

the rounded edge features. It never extends further than 2-3 mm from the edge, and becomes semi-closed in the superficial parts of the topography.

Linear traces are widely developed, although they never extend beyond the limit of 2 mm from the edge. They can be short polished striations or non-polished

striations superimposed on the irregular micro-polish previously described. Although in some cases they appear parallel to each other and perpendicular to the edge, they are quite frequently randomly distributed (fig. 14:E). Regarding crystal wear, there is a clear process of abrasion that progressively eliminates the crystals emerged during the manufacturing process (fig. 14:C). Nevertheless, the crystals that emerge after micro-chipping has taken place often appear with evident traces of corrosion which we have only identified in this kind of wear. Micro-chipping generally appears on the non-contact faces as isolated and rounded features of irregular shape.

The wear pattern again exhibits clear differences between hornfels and eclogite. As happens in woodworking, while in hornfels tools the crystal micro-polish is quite a diagnostic feature, in the eclogite rock it is not useful. Actually, our only experimental tool made of eclogite shows no significant wear damage after working hide without abrasive particles for 90 minutes.

Regarding the micro-wear developed on the artefacts that worked with ash as an abrasive, it appears closed patterned with a very extensive bright and undulating polish. The polish micro-topography is smooth and rounded (fig. 14:D). The crystal wear looks similar to the micro-polish developed on the matrix: extensive, close-patterned, very bright, smooth and rounded. The described features are very similar to those developed during fresh woodworking. Nevertheless, we have identified different criteria that allow one worked material to be distinguished from the other. In the first place, the kinematics of work on wood could never allow the formation of such an extensive and compact micro-polish pattern, because of the continual grain extraction that eliminates the polished surfaces permanently. On the other hand, the linear traces that appear overlapping the matrix perpendicularly to the edge can only indicate a scraping movement on a soft but abrasive material that reaches both the lower and the upper parts of the topography (fig. 14:B). Finally, the micro-polished surface appears abraded and crossed by numerous striations perpendicular/oblique to the working edge.

When ochre is used as an abrasive, a second surface is developed, which is very similar to the technological one, although it is more rounded. We can see scratches, grooves and a weak superficial micro-polish like the features described in the technological wear. The main difference is that the weak polish identified on hornfels technological surfaces appears more closed and irregular after working with ochre.

As for the dry hide working tools, the features observed on them resembled those identified on tools used on fresh hides, though they are even more accentuated. On tool AE24, used to work dry hide with ochre, an open, dull and irregular micro-polish has developed, without directional indicators or striation on the non-contact face. Micro-chipping is absent on the contact face and very scarce on the opposite bevel, whereas the crystals are completely abraded.

Regarding AE25, which has worked a dry hide with ash as an abrasive, presents a closed and semi-closed patterned micro-polish extending 4 mm from the edge. It displays an irregular, bright micro-topography with directional indicators. The crystals are generally abraded but in those cases where there is a medium conservation, what can be observed is a complete, smooth and bright micro-polish covering the

crystals. Pecked breakage is also visible. These features are more extensive on the contact face, where, in addition, isolated deep striations perpendicular to the edge are formed.

Adze 39, used to work a soaked hide, has developed a high degree of rounding, with a compact, undulating and bright micro-polish which does not extend further than 6 mm from the edge. The micro-polish displays micro-holes and striations appearing pecked in some points. The crystals appear in all degrees of abrasion, presenting completely polished surfaces, with flat/undulating and shiny micro-topographies and no signs of corrosion. No micro-chipping has been identified, while deep striations ending in a U-shape have been observed inside and between the micro-chipping in a concentrated-closed and parallel association. All these features are less pronounced on Face B, the non-contact face.

CONCLUSIONS AND ARCHAEOLOGICAL APPLICATIONS

As a whole, the results obtained from the experimental programme to date have been positive. Criteria have been formulated that make it possible to distinguish between technological wear resulting from woodworking, butchering, hoeing and hide processing activities, as these generate a very distinctive wear pattern which can be identified both macroscopically and microscopically.

These criteria have been tested and successfully implemented in the course of the use-wear analysis of the polished and bevelled metamorphic artefacts from two of the most important Neolithic sites of the North East of the Iberian Peninsula: "Bòbila Madurell – Can Gambús 1-2" (Masclans *et al*., 2016) and Feixa del Moro (Masclans and Remolins, in press). What the analysis of the experimental artefacts has successfully confirmed is a reliable methodology that has made it possible to determine the economic processes carried out with these artefacts in archaeological contexts. This methodology can thus be considered a useful tool that will surely shed new light on a multitude of artefacts whose economic and symbolic use has, until now, remained unknown.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the members of the IMF-CSIC Laboratory of Prehistoric Technology for their constant help and infrastructural facilities. We also want to thank Leonor Peña, who provided the initial funding to start the experimental programme and the project "Origins and spread of agriculture in the south-western Mediterranean region" (European Research Council). Finally, this research has been carried out thanks to the Generalitat de Catalunya PhD fellowship FI-DGR and the support of the members of the History and Art History Department of the University of Girona, to whom we are especially grateful.

BIBLIOGRAPHY

ADAMS, J. (2014): "Ground stone use-wear analysis: a review of terminology and experimental methods", *Journal of Archaeological Science* 48, pp. 129-138.

ADAMS, J., DELGADO, S., DE BREUIL, L., HAMON, C., PLISSON, H. and RISCH, R. (2009): "Functional analysis of macrolithic artefacts: a focus on working surfaces", *L'utilisation préhistorique de matières premières lithiques alternatives*, (Sternke, F., Eigeland, L. and Costa, L.J. eds.), British Archaeological Reports. International Series 1939, Oxford, pp. 43-66.

AMICO, C. (2005): "Neolithic 'greenstone' axe blades from northwestern Italy across Europe: a first petrographic comparison", *Archaeometry* 47:2, pp. 235-252.

BEST, E. (1912): *The Stone Implements of the Maori*, Dominion Museum Bulletin 4, Wellington.

BINNEMAN, J. and DEACONB, J. (1986): "Experimental Determination of Use Wear on Stone Adzes from Boomplaas Cave, South Africa", *Journal of Archaeological Science* 13, pp. 219-228.

BOAS, F. (1909): "The Kwakiutl of Vancouver Island", *The Jesup North Pacific Expedition* (Boas, F., ed.), Memoir of the American Museum of Natural History New York 5:II, J. Brill, Leiden, pp. 301-522 and Plates XXXVII-LII.

BOSCH, A., PALOMO, A., PIQUÉ, R. and TARRÚS, J. (2006): "Les fulles de pedra polida de les aixes", *Els Objectes de fusta del Poblat neolític de la Draga. Excavacions de 1995-2005* (Bosch, A., Chinchilla, J. and Tarrús, J., eds.), Monografies del CASC 6, Museu d'Arqueologia de Catalunya-CASC, Girona, pp. 133-138.

BURET, C. (1984): *L'industrie de la pierre polie du Néolithique moyen et récent* à *Auvernier, canton de Neuchâtel (Suisse)*, Unpublished PhD thesis, Université de Paris X, Paris.

BURTON, J.E. (1984a): *Axe makers of the Wahgi: pre-colonial industrialists of the Papua New Guinea highlands*, Unpublished PhD thesis, Australian National University, Canberra. URL: http://hdl.handle.net/1885/49431

BURTON, J.E. (1984b): "Quarrying in a Tribal Society", *World Archaeology* 16:2, pp. 234-247.

CARNEIRO, R.L. (1974): "On the Use of the Stone Axe by the Amahuaca Indians of Eastern Peru", *Ethnologische Zeitschrift Zurich* 1, pp. 107-122.

CARNEIRO, R.L. (1979): "Tree Felling with the Stone Axe", *Ethnoarchaeology* (Kramer, C., ed.), Columbia University Press, New York, pp. 21-58.

CASTRO DORADO, A. (1988): *Petrografía básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas*, Editorial Paraninfo, Madrid.

CLEMENTE CONTE, I. (1997): *Los instrumentos líticos de Túnel VII: una aproximación etnoarqueológica*, Treballs d'etnoarqueologia 2, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

CLOP, X. (2004): "La gestión de los recursos minerales durante la prehistoria reciente en el noreste de la Península Ibérica", *Cypsela* 15, pp. 171-186.

COLES, J. M. and ORME, B. J. (1985): "Prehistoric Woodworking from the Somerset Levels:1", *Somerset Levels Papers* 9, pp. 19-43.

DAVIS, V. and EDMONDS, M. (2011): *Stone axe studies III*, Oxbow Books, Oxford.

DEBREUIL, L. and SAVAGE, D. (2014): "Ground stones: a synthesis of the use-wear approach", *Journal of Archaeological Science* 48, pp. 139-153.

DECHELETTE, J. (1908/1987): *Manuel d'Archéologie Préhistorique, Celtique, et Gallo-romaine*, Librairie Alphonse Picard et fills, Paris.

DELGADO, S. (2008): *Prácticas económicas y gestión social de recursos (macro)líticos en la prehistoria reciente (III – I milenios AC) del Mediterráneo occidental,* Unpublished PhD thesis, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

DETEV, P. (1960): "Essai d'etablir une distinction entre les haches et les ciseaux, les herminettes, les houes et les socs de l'epoque neolithique", *Annuaire du Musée National Archéologique du Plovdiv* 4, pp. 61-74.

DICKSON, F.P. (1981): *Australian Stone Hatchets: A Study in Design and Dynamics*, Academic Press, Sydney.

DUFF, R. (1970): *Stone Adzes of Southeast Asia: An Illustrated Typology*, Canterbury Museum Bulletin 3, Canterbury Museum Trust Board, Christchurch.

ELBURG, R., HEIN, W., PROBST, A. and WALTER, P. (2015): "Field trials in Neolithic woodworking. (Re)Learning to use Early Neolithic stone adzes", *Archaeology and Crafts. Experiences and Experiments on traditional Skills and Handicrafts in Archaeological Open-Air Museums in Europe* (Kelm, R., ed.), Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte 5, AÖZA gGmbH and Husum Druck- und Verlagsgesellschaft, Husum, pp. 62-77.

EMMONS, G.T. (1923): *Jade in British Columbia and Alaska, and its Use by the Natives*, Indian Notes and Monographs 35, Heye Foundation, New York.

FABREGAS VALCARCE, R. (1992): "Ensayo de tala con un hacha de piedra pulida", *Trabajos de Prehistoria* 49, pp. 337-345.

FONTANALS- COLLA, M., EULÀLIA SUBIRÀ, M., DÍAZ-ZORITA BONILLA, M., DUBOSCQ, S. and GIBAJA, J.F. (2015): "Investigating palaeodietary and social differences between two differentiated sectors of a Neolithic community, La Bòbila Madurell-Can Gambús (north-east Iberian Peninsula)", *Journal of Archaeological Science* 3, pp. 160-170.

GIBAJA, J. F., MAJÓ, T., CHAMBON, P., RUÍZ, J. and SUBIRÀ, E. (2010): "Prácticas funerarias durante el Neolítico. Los enterramientos infantiles en el noreste de la Península Ibérica", *Complutum* 21:2, pp. 47-68.

GODELIER, M. and GARANGER, J. (1973): "Outils de Pierre, Outils d'Acier Chez les Baruya de Nouvelle-Guinee", *L'Homme* 13, pp. 187-220.

GONZALEZ URQUIJO, J.E. and IBÁÑEZ, J.J. (1994): *Metodología del análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*, Cuadernos de Arqueología de Deusto 14, Bilbao.

HAMPTON, O.W. (1999): *Culture of Stone. Sacred and Profane Uses of Stone among the Dani*, Texas A & M University Press, College Station.

HEIDER, K.G. (1970): *The Dugum Dani,* Aldine Publishing Company, Chicago.

IBÁÑEZ, J.J. and GONZÁLEZ URQUIJO, J. (2013): "La función de los útiles en el yacimiento de Tell Halula (8.700-7500 BP) Valle del Éufrates, Siria", *Tell Halula: un poblado de los primeros agricultores en el valle del Éufrates, Siria. Memoria científica –Tomo I* (Molist Montaña, M., coord.), Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, pp. 356-385.

JORGENSEN, S., LERCHE, G., TROELS-SMITH, J. and STEENSBERG, A. (1985): *Tree-felling, with original Neolithic flint-axes in Draved wood: report on the experiments in 1952-54*, National Museum of Denmark, Copenhagen.

LAFUENTE, B., DOWNS, R.T., YANG, H. and STONE, N. (2015): "The power of databases: the RRUFF project", *Highlights in Mineralogical Crystallography* (Armbruster, T. and Danisi, R. M., eds.), W. De Gruyter, Berlin, pp. 1-30.

LAMMERS-KEIJSERS, Y. M. J. (2008): *Tracing traces from present to past: a functional analysis of pre-Columbian shell and stone artefacts from Anse à la Gourde and Morel, Guadeloupe, FWI*, Archaeological Studies Leiden University 15, Leiden University Press, Leiden.

LEROY-GOURHAN, A. (1988): *Evolución y técnica,* Taurus, Madrid.

LEWIS, R., TSORAKI, C., BROUGHTON, J., CRIPPS, J.C., AFODUN, S.A., SLATTER, T. and ROUBOS, V. (2011): "Abrasive and impact wear of stone used to manufacture axes in Neolithic Greece", *Wear*, 271:9, pp. 2549-2560.

LUNARDI, A. (2008): "Experimental testing with polished green stone axes and adzes: technology and use", *"Prehistoric Technology" 40 Years Later Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 369-373.

MASCLANS, A. and REMOLINS, G. (in press): "La gestió de les eines de pedra polida de Juberri (St. Julià de Llòria, Andorra)", *Les Valls d'Andorra durant el Neolític: Un encreuament de camins al centre dels Pirineus* (Remolins, G. y Gibaja, J. F., eds.), Col·lecció de monografies del MAC, Andorra.

MASCLANS, A., PALOMO, A., GIBAJA, J.F., REMOLINS, G. and GÓMEZ-GRAS, D. (2016): "Use-wear analysis of Neolithic polished axes and adzes: The site of "Bòbila Madurell-Can Gambús-1-2 (Northeast Iberian Peninsula)",

Quaternary International 427:B, pp. 158-174. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.12.064

MORRIS, E.H. (1939): *Archaeological Studies in the La Plata District, Southwestern Colorado and Northwestern New Mexico. With appendix: Technology of La Plata Pottery*, Carnegie Institution of Washington publication 519, The Carnegie Institution of Washington, Washington.

MORTILLET, G. de (1903/1983): *Le préhistorique: antiquité de l'homme*, Reinwald, París.

NILLES, J. (1942): "Digging-Sticks, Spades, Hoes, Axes, and Adzes of the Kuman People in the Bismarck Mountains of East-Central New Guinea", *Anthropos* 37/40, pp. 205–212.

MUÑOZ, A., (1965): *La cultura neolítica catalana de los "sepulcros de fosa"*, Publicaciones eventuales 9, Instituto de Arqueología y Prehistoria, Universidad de Barcelona, Barcelona.

OLAUSSON, D. S. (1982-1983): "Flint and groundstone axes in the Scanian Neolithic. An evaluation of raw materials based on experiment*", Scripta Minora* 2, pp. 7-66.

PALOMO, A., PIQUÉ, R., TERRADAS, X., LÓPEZ, O., CLEMENTE, I. and GIBAJA, J. F. (2013): "Woodworking technology in the Early Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain)", *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant-working tools* (Anderson, P. C., Cheval, C. and Durand, A., dirs.), Actes des XXXIIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Éditions APDCA, Antibes, pp. 383-396.

PAWLIK, A. (2007): "Analysis of two polished adzes from Ille Cave at El Nido", *Hukay. Journal for Archaeological Research in Asia and the Pacific* 10, pp. 38-59.

PETREQUIN, P. and PETREQUIN, A.M. (1993): Écologie *d'un outil: la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*, CRA Monographies 12, CNRS éditions, Paris.

PÉTREQUIN, P., SHERIDAN, A., CASSEN, S., ERRERA, M., GAUTHIER, E. KLASSEN, L., MAIX, N., PAILLER, Y., PÉTREQUN, A.M. and ROSSY, M. (2011): Eclogite or Jadeitite: The Two Colours Involved in the Transfer of Alpine Axeheads in Western Europe, *Stone Axe Studies III* (Davis, V. and Edmonds, M., eds.), Oxbow Books, Oxford, pp. 55-83.

PETREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIADAN, A. and PETREQUIN, A, M. (dirs.) (2012): *JADE. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve au IVe millénaires av. J.-C.*, Presses Universitaires de Franche-Comté et Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Besançon.

POND, A.W. (1930): *Primitive Methods of Working Stone Based on the Experiments of Havlor F. Skavlem*, The Logan Museum and Beloit College, Beloit.

PYŻEWICZ, K., (2013): "Analiza traseologiczna materiałów krzemiennych", *Koszyce, stanowisko 3. Przemoc I ritual u schylku neolitu*, (Przybyla, M. M., Szczepanek, A. and Wlodarczak, P.), Ocalone dziedzictwo archeologiczne 4, Kraków-Pękowice, pp.179-200.

RICQ-DE BOUARD, M. (1996): *Pétrographie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne. L'outillage en pierre polie*, CRA Monographies 16, CNRS éditions, Paris.

RENFREW, C. (1973): *Monuments, mobilization and Social organization in Neolithic Wessex*, *The explanation of culture change: models in Prehistory* (Renfrew, C., ed.), Duckworth, London, pp. 539-558.

ROODENBERG, J. J. (1982): "Traces d'utilisation sur les haches polies de Bouqras (Syrie)", *Traces d'utilisation sur les outils en pierres néolithiques du Proche Orient* (Cauvin, M.C. ed.), Travaux de la Maison de l'Orient, 5, Lyon, pp. 177-185.

SEMENOV, S.A. (1981): *Tecnología prehistórica (Estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso)*, Editorial Akal, Madrid.

SONNENFELD, J. (1962): "Interpreting the function of primitive implements", *American Antiquity* 28:1, pp. 56-65.

SEENSBERG, A. (1980): *New Guinea Gardens. A study of Husbandry with parallels in prehistoric Europe,* Academic Press, London.

STORDEUR, D. (1987): "Manches et emmanchements préhistoriques: quelques propositions préliminaires", *Le main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques. Table Ronde C.N.R.S. tenue à Lyon du 26 au 29 novembre 1984* (Stordeur, D., dir.), Travaux de la Maison de l'Orient 15, Lyon, pp. 12-34.

STOUT, D. (2002): "Skill and cognition in stone tool production. An ethnographic Case Study from Irian Jaya", *Current Anthropology* 45:3, pp. 693-722.

THIRAULT, E. (2001): "Eric Thirault (2001) - Production, diffusion et usage des haches néolithiques dans les Alpes occidentales et le bassin du Rhone", *Bulletin de la Société Préhistorique française* 98:4, pp. 740-742.

TOWNSEND, W. (1969): Stone and Steel Tool Use in New Guinea Society, *Etnology* 8, pp. 199-205.

TURNER, M. T. (2000): *The Function, Design and Distribution of New Zealand Adzes*, Unpublished PhD thesis, University of Auckland, Auckland.

WALTER, P., RENGERT, E., WULF, H. and WERNER SCHARFF, S. (2013): "Ergersheimer Experimente zur bandkeramischen Fällund Holzbearbeitungstechnik", *Plattform*19/20, pp. 89-94.

WENTINK, K., VAN GIJN, A. and FONTIJN, D. (2011): "Changing contexts, changing meanings: Flint axes in Middle and late Neolithic communities in the northern Netherlands", *Stone Axe Studies III* (Davis, V. and Edmonds, M. eds.), Oxford Books, Oxford, pp. 399- 408.

WYSS, R. (1994) *Steinzeitliche Bauern auf der Suche nach neuen Lebensformen. Egolzwil 3 und die Egolzwiler Kultur. Die Funde*, Schweizerisches Landesmuseum, Zürich.

YERKES, R. W. and BARKAI, R. (2013): "Tree-Felling, Woodworking, and Changing Perceptions of the Landscape during the Neolithic and Chalcolithic Periods in the Southern Levant Source", *Current Anthropology* 54:2, pp. 222-231.

BONE MASSIVE SPEAR HEADS IN THE MESOLITHIC OF WESTERN RUSSIA (TECHNOLOGICAL AND FUNCTIONAL STUDY)

Puntas de lanza de hueso masivas del Mesolítico de Rusia Occidental. Estudio tecnológico y funcional

MIKHAIL G. ZHILIN *

ABSTRACT Excavations of peat bog sites in Central Russia have brought to light a rich and highly developed bone industry, which played a very important role in subsistence strategies and everyday life of the Mesolithic population of the region. The present article, however, deals with only one aspect of this bone industry, namely bone heads of massive thrusting spears. From morphological point of view heads of thrusting spears are massive points with conical tip made from long elk bones. The article describes technology of their manufacture and use-wear traces. The latter indicate multiple hitting soft medium dirty material with hard intrusions (most probably hunted mammals) and occasional hitting the ground. Such traces are characteristic for projectile points studied by the author. Faunal remains and ethnographic data indicate the use of such massive spears for hunting elks.

Key words: Bone, spear heads, Mesolithic, Central Russia, traceological analysis.

RESUMEN Las excavaciones en yacimientos de turbera del centro de Rusia han sacado a la luz una industria ósea rica y altamente desarrollada que jugó un papel muy importante en las estrategias de subsistencia y en la vida cotidiana de la población mesolítica de la región. El presente artículo, sin embargo, se ocupa solo de uno de los componentes de esta industria de hueso, a saber, las puntas de hueso de enormes lanzas de empuje. Desde el punto de vista morfológico, las puntas de las lanzas de empuje son masivas, con un extremo apical cónico hecho de largos huesos de alce. El artículo describe la tecnología de sus marcas de uso y desgaste. Estas indican que golpearon material blando medio sucio con intrusiones duras (muy probablemente mamíferos cazados) y ocasionalmente golpearon el suelo. Tales trazas son características de las puntas de proyectil estudiadas por el autor. Los restos faunísticos y los datos etnográficos apoyan la sugerencia del uso de estas lanzas masivas para la caza de alces.

Palabras clave: Hueso, puntas de lanza, Mesolítico, Rusia Central, análisis traceológico.

* Stone Age department of the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences. Moskva. *mizhilin@yandex.ru*

Fecha de recepción: 17-04-2016. Fecha de aceptación: 21-11-2016.

INTRODUCTION

Before the year 1990, the Mesolithic of the Volga-Oka interfluve was mainly represented by sites on dry land, where organic materials were not preserved. Several archaeological cultures, the most significant of which are known as Butovo and Ienevo, were identified and characterized based on of the flint industry recovered from dry land sites (Koltsov, 1989). Only three Mesolithic sites with bone artifacts were excavated in the region before 1989 (Kraynov & Khotinskiy, 1984; Koltsov & Zhilin, 1999). The situation has changed drastically since 1990, as more than thirty peat bog sites with Mesolithic find layers have been discovered and sixteen of them have been excavated (Zhilin, 2001, 2003, 2006a, b; 2007a, b; Zhilin *et al.*, 2002; Lozovski, 1996; Lozovski *et al.*, 2013). Altogether thirteen of the sites are associated with the Butovo culture, one with Resseta culture, one with Ienevo culture, while the cultural affiliation of one site is still not certain. Sites belonging to the Butovo culture have produced abundant finds, including faunal and floral remains and various artefacts made from stone, bone, antler, wood and other organic materials. Reliable stratification and good preservation of organic materials have enabled an extensive program of pollen analyses and ^{14}C-dating. As a result, we now have a good sequence of reliably dated sites and find layers covering the entire Mesolithic period (fig. 1), from the very beginning of the Holocene up until the early Atlantic period (Zaretskaya *et al.*, 2005; Zhilin, 2001, 2009).

Excavations of these sites have brought to light a rich and highly developed bone industry, which played a very important role in subsistence strategies and everyday life of the Mesolithic population of the region. The main categories of Butovo bone industry include various types of weapons, among them arrowheads, harpoon and spear heads, daggers and hunters' knives. Other tools include fishing hooks, knives for processing flesh, fish and hides; awls; needles and needle cases; various scrapers; axe blades, adze blades and sleeves for their mounting; chisels, gouges and wedges; beaver mandible tools used for carving, whittling and scraping wood and bone; picks; punches and pressure flakers; personal ornaments and figurines of animals and fantastic creatures (Zhilin, 1998, 2001, 2013, 2014, 2015, 2016; Lozovski, 1996; Lozovski *et al.*, 2013).

The present article, however, deals with only one aspect of this bone industry, namely bone heads of massive thrusting spears. Sometimes in publications they are named lances or bear spears. The last term is based on ethnographic data, but faunal remains from Mesolithic sites of Central Russia indicate that bears played no significant role, while elks were main hunted mammals in the Mesolithic and early Neolithic of this area. From morphological point of view heads of thrusting spears are massive points with conical tip made from long elk bones. They are suitable for hafting to a massive shaft about 3 cm or more in diameter (fig. 2), what corresponds to ethnographic bear spears. These artifacts were widespread in the Mesolithic of Eastern Europe and Trans-Urals, most of them are dated to early and middle Mesolithic. They were found in Zveinieki 2 (Zagorska, 1980, 1993; Zagorska & Zagorskis, 1989), lower find levels of Zvidze and Osa (Loze, 1988) in Latvia; Pulli

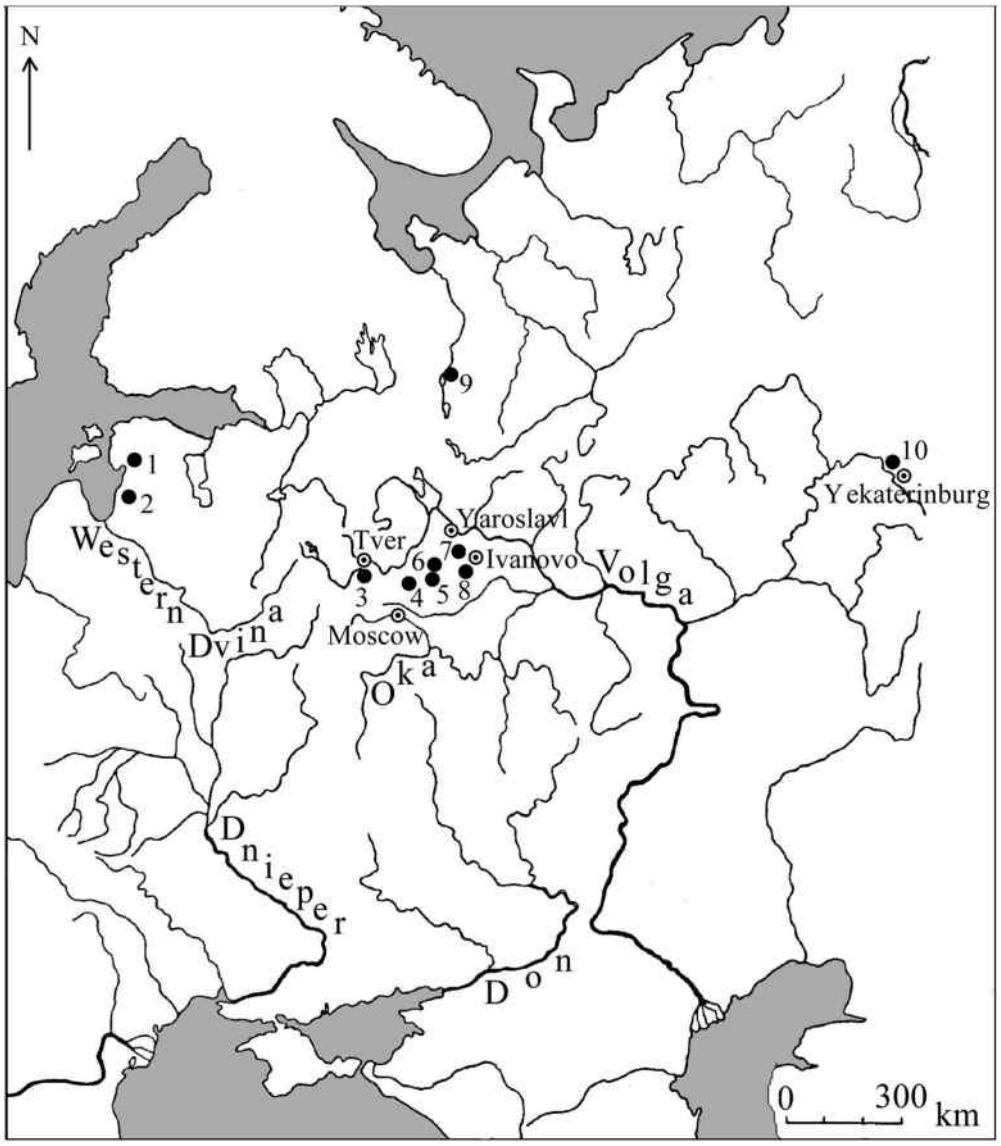


Fig. 1.—Mesolithic sites with bone massive spear heads mentioned in the text: 1, Pulli; 2, Zveinieki 2; 3, Ozerki 5, 16 and 17; 4, Okayomovo 5 and Zamostje 2; 5, Chernetskoye 8; 6, Ivanovskoye 3 and 7; 7, Stanovoye 1 and 4; 8, Sakhtysh 2a and 14; 9, Veretye 1; 10, Shigir peat bog.

(Jaanits L. & Jaanits K., 1975, 1978) and Kunda Lammasmagi (Indreko, 1948) in Estonia; Veretje 1 (Oshibkina, 1989) in the Russian North; Ozerki 5 and 17 (Zhilin, 2006b), Zamostje 2 (Lozovskiy, 1996), Ivanovskoye 3 and 7, Chernetskoye 8, Stanovoye 4, Sakhtysh 2a and 14 (Zhilin, 1993, 2001); in the Volga-Oka interfluve; Shigir peat bog (Savchenko *et al.*, 2015) in the Trans-Urals.

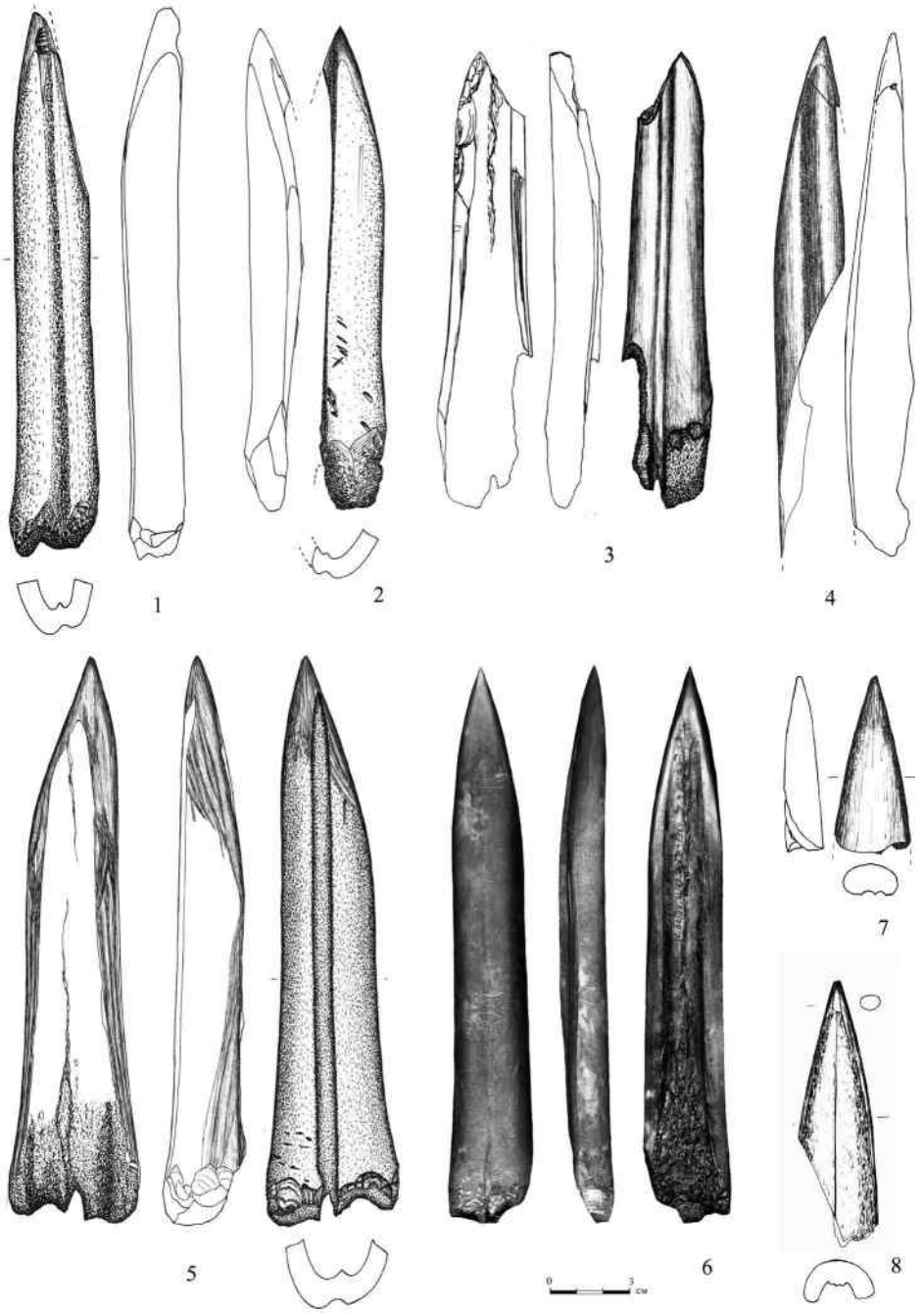


Fig. 2.—Bone massive spear heads from Mesolithic sites of Central Russia: 1, Ivanovskoye 7, find level IIa; 2-3, Ivanovskoye 7, find level IV; 4, 7 and 8, Ozerki 17, find level IV; 5, Stanovoye 4, find level III, trench 2; 6, Sakhtysh 14, find level IV.

MESOLITHIC SITES WITH BONE SPEARHEADS IN WESTERN RUSSIA

Most part of Mesolithic sites in Western Russia with good preservation of bone artifacts are situated at large peat bogs, which developed as a result of the paludification of ancient lakes.

Podozerskoye peat bog (fig. 1:7)

This site is located between the cities of Ivanovo and Yaroslavl. This peat bog emerged when a glacial lake about 5 × 3 km in size was overrun by vegetation, as indicated by the spread of gyttja deposits under the peat. The River Lakhost' connects it with the Upper Volga via the Kotorosl' River. Four Mesolithic sites were discovered in the area of the bog. The site Stanovoe 4 occupies a gentle slope of a promontory at the outlet of the river flowing out from the bog (an ancient gulf of a lake) and a boggy area just below it. An area of about 450 square meters was excavated there under the direction of M.G. Zhilin in 1992-2002. The lower (IV) layer at the site is the earliest known site belonging to the Butovo culture. Pollen data place this layer to the end of the Younger Dryas (Aleshinskaya 2001), and ^{14}C-dates range from 10300±70 BP (GIN-10112 II) to 9690±230 BP (GIN-10112 I). However, the majority of the ^{14}C-dates fall between 10060±120 BP (GIN-10127 I) and 9741±40 BP (KIA-39317). They assign the lower (IV) layer of the site to c 9600–9200 calBC (Zaretskaya *et al.*, 2005; Hartz *et al.*, 2010; all dates in this paper are calibrated using OxCal v. 3.9; Bronk Ramsey, 2003). A typical tanged point, burins, scrapers, inserts and a series of fragments of partly polished axes and adzes were found. Bone and antler artifacts include long narrow arrowheads, most with slots for insets along one or both sides; fragments of massive spearheads, an antler dagger with grooves for insets along both sides; massive antler tine points; broad knives made of elk shoulder blade; awls; bone polisher; beaver mandible tools; antler axe and adze blades and two adze sleeves (one with a fragment of a wooden shaft in a shafthole); an antler pressure flaker; antler wedge; preforms and cut bones.

Layer III in trench 3 at Stanovoye 4 is dated to the second half of the Pre-boreal period by pollen (Aleshinskaya, 2001), and between 9413±50 BP (KIA-35154) and 8799±44 BP (KIA-35158) by radiocarbon, or *c*. 8800–7700 cal BC. Various bone and antler artifacts were found, among them numerous arrowheads: needle shaped; with biconical head or base; with a leaf-shaped head; narrow flat, mostly with slots for inserts along one or both sides; asymmetric two-winged with slots for inserts; with barbs near the tip or along one side. Barbed points are scarce, with sparse or dense fine teeth. Fragments of harpoon heads are also scarce. Slender slotted spearheads and massive spearheads were found. Straight or slightly curved daggers are supplied with microblades, mounted in one or two slots with the help of the gray glue. Fragments and waste from fishing hooks indicate their wide use. Numerous bone and antler tools were used for various domestic activities: knives, scrapers, perforated plates for dragging sinew; awls, needle case, chisels-knives-

scrapers made of beaver mandibles; antler axe and adze blades and sleeves for their mounting, narrow bone chisels, punches and a pressure flaker. One adze sleeve was found with a chert core adze still preserved in the groove at its working edge. Butt end of a broken antler adze was preserved in the groove of the other. A sleeve for an axe had a fragment of a wooden handle in a shafting hole. Many items are decorated with engraved geometric designs. Personal ornaments include various teeth pendants and flat rectangular perforated pendants.

The same layer in trench 2 id dated to the first half of the Boreal period and between 8700±70 BP (GIN-8854) and 8540±60 BP (GIN-8853) (Zaretskaya *et al.,* 2005; Zhilin, 2009; Hartz *et al.,* 2010). Bone and antler tools are numerous and impressive, among them various arrowheads: needle shaped; with biconical head and a long stem; needle shaped with a biconical base; narrow flat, the same with slots along one or both sides; asymmetric two-winged with slots for inserts. Fragments of harpoon heads or barbed points and spearheads were found, accompanied by massive spearheads made of elk tubular bones and daggers with slots for inserts along one or both sides. It is worth noting, that some slotted artifacts had regular unretouched microblades preserved in their original position in slots, fixed by the same dark gray glue as in cut 3. Many bone artifacts were ornamented by engraved geometric designs. Fishing tools include intact hooks and sinkers. Bone and antler domestic activity tools include various knives, scrapers, awls, needle and needle case, chisels-knives-scrapers made of beaver mandibles; antler axes, adzes and sleeves for their mounting, bone chisels and gouges; digging tools; punches and pressure flakers. Personal ornaments are represented by various animal teeth pendants with grooves and flat rectangular perforated pendants, made of split ribs. Another site – Stanovoye 1 is situated at 300 meters from the previous. The lower layer is dated to the second half of the Boreal period. It yielded one fragment of a massive spearhead.

Ivanovskoye peat bog (fig. 1:6)

This site is located about 150 km to the northeast of Moscow, in the midstream of River Nerl', which during the Stone Age ran through a large lake, connecting it with the Klyaz'ma River (the left tributary of the Oka River). Ten sites have been discovered in the bog. Peat bog part of Ivanovskoye 7 has been excavated on two occasions: first by D.A. Kraynov, who excavated 106 square meters in 1974-75 (Kraynov & Khotinskiy, 1984); followed by M.G. Zhilin in 1992–97 with excavations that covered a total area of 332 square meters (Zhilin *et al.*, 2002). The site has three Mesolithic and two Neolithic cultural layers. The Mesolithic settlements occupied a low promontory during lake regressions, which was submerged during transgressions. The lower, Early Mesolithic (IV) layer at Ivanovskoye 7 is dated by radiocarbon between 9650±110 BP (GIN-9520) and 9640±60 BP (GIN-9516), the calibrated range being *c*. 9200–8800 cal BC (Zaretskaya *et al.*, 2005). Pollen dating places it to the first half of Pre-boreal period, before its optimum. About 300 bone and antler artifacts were found. Among arrowheads long needle-shaped are most numerous,

some with a slot for insets; one with a relief belt near the tang is treated in a turning lathe manner near the belt and in the middle of the stem. Other types include long with regular biconical ornamented head; narrow tanged slotted with microblades preserved in slots at both sides, fixed by a dark glue; asymmetric two-winged with a slot for insets opposing the wing, and a small barbed one for shooting pike. Unilateral barbed points with sparse or dense teeth and massive harpoon heads, massive lance heads, fragments of slotted spearhead, intact and slotted daggers were found together with intact fishing hooks and a short double pointed rod, which served as a hook for catching big pike and pike-perch. Of special interest is a spearhead, made of obliquely cut tubular bone of reindeer, richly ornamented with geometric designs over the whole surface. Other tools include hollow end scrapers; side scrapers made of tubular elk bones; wide elk scapula knives and fish scaling knives made of split ribs; awls; needles and a needle case; beaver mandible tools; antler axes, adzes, chisels and gouges; perforated antler sleeves for mounting axe and adze blades; punches and pressure flakers; animal teeth pendants. Several pebble sinkers with traces of plant binding were met, one with concave sides.

During the middle Pre-boreal transgression that took place approximately 9600–9500 BP, the site was submerged and the find level was sealed with a layer of gyttja. (Kraynov & Khotinskiy, 1984; Zhilin, 2001, 2003, 2009; Zhilin *et al*., 2002). The next occupation, which left the middle Mesolithic (III) find level, is dated to the second quarter of the Boreal period by pollen. ^{14}C dates of this layer are: 8780±120 BP (GIN-9383), 8550±100 BP (GIN-9366), 8530±50 BP (GIN-9373 II), 8290±160 (GIN-9372). Bone artifacts include arrowheads – needle-shaped, with biconical head, narrow flat and long with a barb near the point; a short unilateral flat finely barbed point and fragments of two other points – with sparse and dense teeth; fragments of daggers, one with a slot for insets; two waste pieces from fishing hook production; a wide elk scapula knife; a fragment of a hide polisher; awls; beaver mandible tools and a side scraper, made of beaver upper incisor; an antler axe blade; a fragment of an "ice-pick"; a pressure flaker made of bear fang; and a wedge. Ornaments are represented by elk incisor and wolf fang pendants and several flat rectangular perforated pendants made of split ribs. Of special interest is a small bone figurine, representing a merganser head (defined by A. A. Karhu) with a long beak in a very realistic manner. Another figurine is made of wood, the head is broken, it represents, probably, a swimming swan, judging by a long neck and short massive body. Such images of waterfowl are met at Neolithic petroglyphs and pottery. Several pebble sinkers with preserved bog plat binding were found in this layer, accompanied by fragments of pine wood splinters from fish traps.

About 8500 BP this settlement was submerged again. The terminal Mesolithic settlement (find level IIa) emerged at this site during the next regression in early Atlantic period as defined by pollen analysis. Peat with cultural remains is dated by ^{14}C between 7530±150 BP (GIN-9361 I), and 7320±190 BP (GIN-9369 I). Bone and antler artifacts include arrowheads: short and long needle-shaped, one with a short slot, filled with glue with imprint of a microblade; long with a leaf-shaped blade with a barb at one side and a slot with glue on the other; symmetrical two-winged with

a hollow for a flint point at the end and two massive blunt for fur hunting. Several unilateral points with sparse barbs; massive lance head; fragments of flat narrow slotted daggers and a dagger with oblique blade; intact fishing hooks with slender or thick stem were also met in this layer. Other tools include narrow knives made of split ribs and various knives of bone splinters; rib side scrapers; awls; beaver mandible tools; "ice-picks"; a chisel; antler adzes and fragments of axes; wedges; fragments of a punch and a pressure flaker; an antler spoon; pendants made of elk and beaver incisors. Of special interest is a sculpture of a fantastic creature (Zhilin, 2010).

The site of Ivanovskoye 3 is situated on a small island 2 km to the southeast of Ivanovskoye 7. A Late Mesolithic and several Neolithic find levels were excavated there in an excavation trench of about 160 square meters (Kraynov & Khotinskiy, 1984). Fragments of two massive spearheads were found in the Mesolithic find level of this site.

Berendeyevo peat bog (fig. 1:5)

This site is located 120 km to the northeast of Moscow and 30 km to the south of the peat bog of Ivanovskoye. The River Trubezh starts from its northern part and connects it with the Upper Volga, while River Kirzhach starts from its southern part and connects it with the Oka River via the Klyaz'ma River. Eighteen Mesolithic and Neolithic sites have been discovered in the bog. Chernetskoye 8, situated at its southern shore is dated to the middle Mesolithic. It produced flint and bone artifacts typical for Butovo culture among them a fragment of a massive bone spearhead (Zhilin, 2001).

Sakhtysh peat bog (fig. 1:8)

This site is located 40 km to the southwest of the city of Ivanovo at the source of River Koyka, which connects it with the Klyaz'ma River, which in turn is the left tributary of the Oka River. Several Mesolithic sites have been excavated at this bog. The site of Sakhtysh 14 occupies a place in a peat bog at the foot of a very gentle slope of a promontory, which is part of a terrace formed by a late glacial lake. During the early Mesolithic the settlement was placed at a lake beech near the outlet of the river, and later at a peat shore of a swamping lake. Four find levels reflecting successive stages of Butovo culture were excavated here in 1999-2006 at a square about 300 square meters. Radiocarbon dates of worked wood from the lower (IV) find level are between 9550±60 BP (GIN-11616) and 9320±40 BP (GIN-11619). Elk bones are dated to 9350±40 BP, GIN-11179 and 9200±90 BP, GIN-11181. Samples of gyttja with finds were ^{14}C dated between 9550±40 BP (GIN-11609) and 9250±210 BP (GIN-11177). Bone artifacts include needle shaped arrowheads; massive spearheads; a fishing hook, a knife made of tubular bone; chisel-knife made of beaver mandible, fragments of shallow spoons, longitudinally cut elk tubular

bones; fragments of broad elk scapula knives; a fragment of a side scraper made of tubular bone; awls; hollow edge gouges; bear fang pendant, fragments of tools and preforms.This layer was submerged during the lake transgression.

The III find level, separated from the former by a streak of gyttja produced the following ^{14}C datings; 9010±60 BP, GIN-11053 (worked wood); 8800±100 BP, GIN-11180 (elk bone). ^{14}C dates of gyttja, incorporating finds of the III layer are: 9280±50 BP, GIN-11607 II; 9150±50 BP, GIN-11607 I. Pollen data place this layer into the first half of the Boreal period. Bone and antler artifacts are represented by a short massive needle shaped arrowhead with glue preserved on its basal part; fragment of a flat intact dagger; fragments of a slotted daggers; broad knives made of elk shoulder blades; fragment of a knife made of elk tubular bone; denticulate endscraper; beaver mandible tools; antler adze; hollow edge gouge; bone chisel; fragments of shallow spoons, one ornamented; antler punch; elk teeth pendants and a flat rectangular perforated pendant.

For about 500 years the place was covered by swamp. The II find level is embedded in peaty forest soil which produced ^{14}C dates: 8240±40 BP, GIN-11602; 8310±60 BP, GIN-11050; 7990±50 BP, Gin-11601 (upper part of the layer almost without finds). This layer is placed into the second half of the Boreal period by pollen analysis. Bone and antler tools include neddle-shaped slotted arrowhead with gray glue preserved in the slot; massive needle shaped spearhead; side scraper made of elk rib; broad elk scapula knives and a knife made of split tubular bone; chisels-knives-scrapers made of beaver mandibles; pendants made of a brown bear and a small predator fangs and a flat oval pendant with 10 perforations along perimeter. The rise of water level resulted in overlapping of this soil by a swamp peat. The last Mesolithic cultural layer (Ib) is also embedded in similar soil, which was formed under rather arid conditions. It is dated by ^{14}C slightly younger than 7220 BP. The lake shoreline at that time retreated, indicating rather deep regression (Zaretskaya *et al.*, 2005; Zhilin, 2003, 2009). The site Sakhtysh 2a lies at a distance about 2 km to the south from Sakhtysh 14 and is situated at a bank of a small peat bog through which River Koyka flows. The peat bog part of the site was excavated in 1999 by M.G. Zhilin and in 2004 and 2015 by E.L. Kostyleva. About 40 square meters were excavated. The site produced several Neolihic and two Mesolihic find levels, the lower of which yielded a fragment of a massive bone spearhead (Averin *et al.*, 2009).

Ozerki peat bog (fig. 1:3)

This site is situated at 20 km to the south from Tver. About 20 sites were discovered in the western part of this peat bog, three of them contain Mesolithic layers with good preservation of organic materials (Zhilin, 1999, 2001, 2006a,b). The site Ozerki 17 was situated at the outlet of a small river, starting from a lake. The lower (IV) cultural layer of the site belongs to the middle stage of Butovo culture and is dated by ^{14}C to 8830±40 BP (GIN-6655 - pine fish trap fragments) and 8840±50 BP (GIN-7474 - birch stake) and to the first half of the Boreal period

by pollen. 67 square meters were excavated there. Finds include flint tanged points and bone arrowheads: needle-shaped, with biconical head, asymmetrical one-winged and one blunt-headed for fur hunting; fragments of massive spearheads, elk scapula knives, awls, antler scraper, "ice-pick", elk and beaver incisors pendants and a small perforated disk. Of special interest is an intact fishing hook with remains of a line, attached to its head by a knot. The line is a twisted cord 1mm in diameter, made of some plant fibre. A small fragment of a fishing net, made of similar line with a cell 2 × 2 cm was found, accompanied by a half of an elongated rhomboidal pine bark float, perforated in the middle. A series of net sinkers include large pebbles, bound in the middle with a strip of lime bark or some bog grass (Zhilin, 2006 a, b; 2007 a, b). The site Ozerki 16 was situated at 150 m from the previous one, the lower (II) cultural layer is dated by ^{14}C to 8770±40 BP (GIN-6654 - pine fish trap fragments) and to the first half of the Boreal period by pollen. Finds include a pine bark perforated float, pebble sinkers, one with hollows at sides and lime bark binding preserved, a fragment of a massive spearhead, and two long bone arrowheads with biconical head. The site Ozerki 5 was situated in 50 m from Ozerki 17, on the opposite side of the ancient river, at its outlet from the lake. About 220 square metres were excavated there. The lower (IV) cultural layer of the site belongs to the terminal stage of Butovo culture and has the following ^{14}C dates: 7410±90 (GIN-6659 -charcoal); 7310±120 (GIN-7218 - worked log); 7190±180 (GIN-6660 - charcoal); 7120±50 (GIN-7217 - worked log) and is dated to the beginning of the Atlantic period by pollen. Collection includes more than a thousand of lithic and about two thousands of bone and antler artefacts, fragments of wooden tools, rope and cord fragments, worked birch bark. All groups and most types of late Mesolithic bone and antler artefacts are met at this site. Arrowheads include needle-shaped, short with irregular biconical head, with wide flat head, asymmetric one-winged, blunt massive and others; barbed points and harpoons; daggers, intact fishing hooks; various knives, scrapers, awls, chisels, antler axes and adzes, chisels-knives-scrapers made of beaver mandibles, antler punches, pressure flakers, numerous pendants made of mammals teeth and others (Zhilin, 2006 a, b; 2007 a, b).

Dubna peat bog (fig. 1:4)

This site is situated about 100 km to the north from Moscow in the middle flow of the river Dubna, the right tributary of the Upper Volga. About 40 sites were discovered there, 15 of them have Mesolithic layers with good preservation of organic materials (Zhilin, 1993, 1999, 2001; Lozovskiy, 1996; Lozovski *et al.*, 2013, 2014). Okayomovo 5 is situated at a small islet near old river bed. 52 square meters were excavated there. Its lower (III) find level containing artefacts of the late stage of Butovo culture is dated by ^{14}C to 7910±80 BP (GIN-6191 - gyttja from lower part of find level) and 7730±60 BP (GIN-6192 - gyttja from upper part of find level) and to late Boreal period by pollen. Collection includes about 140 bone and antler artefacts, among them arrowheads: short needle-shaped, with an irregular biconical

head, symmetric two-winged with barbs and asymmetric one and two-winged (some of the latter with grooves for flint insets) and others; barbed points; massive intact and flat composite daggers with slots for flint insets; a series of intact and composite fishing hooks; broad elk scapula knives and narrow fish scaling knives made of split ribs; rib side scrapers; awls; fragments of antler axes and adzes; a series of beaver mandible tools; "ice-picks", antler punch and a number of elk and beaver incisors pendants. Wooden artefacts are represented by various fragments, among them a paddle blade is of special interest. It is long, rather wide near the shaft and very gently narrowing towards the tip, with 3 longitudinal ribs in the centre of the blade and along its sides in the wider part. Such paddle is perfectly suited for moving in a dugout in boggy surroundings and exhibits a lot of skill of Mesolithic fishers (Zhilin, 2004; 2006 a, b; 2007 a, b). The site Zamostje 2 is situated about 15 km upstream from Okayomovo 5. It was excavated by V.M. Lozovski and O.M. Lozovskaya from 1989 to 1996 and from 2010 to 2014. The site has two late Mesolithic layers, the lower is dated between 7900 and 7600 BP, the upper – between 7380 and 7050 BP. The question about the third layer attributed to the final Mesolithic is open, because the same dates between 7000 and 6850 BP were obtained on samples of wood from the find level without ceramics, and on food crust on early Neolithic pottery. This site yielded abundant finds including lithic, bone antler and wooden artefacts, among them an impressive series of massive spearheads (Lozovski *et al.*, 2013, 2014).

Pollen data, floral and faunal remains as well as artefactual evidence indicate that Mesolithic inhabitants of Central Russia were hunters, fishers and gatherers of temperate forest zone of Eastern Europe, and hunting large mammals accompanied by fishing and fowling played the main role in their economy (Zhilin, 2004, 2014).

RESEARCH METHODS

All of the bone artifacts from Mesolithic sites mentioned above (except Zamostje 2) including fragments, preforms and blanks were studied by the author with a help of a stereomicroscope (MBS-10, with a magnification range from 3.6x to 119x). Most traces from manufacture and use were clearly visible under magnifications from 6x to 40x. Stronger magnifications were useful for investigating details of use-wear traces, for example, very fine linear traces embedded inside broader ones, or for studies of the surface inside linear traces. A DCM 800 camera-ocular was used for taking photos through the microscope.

A series of experiments based on traceological observations was also carried out together with S.N. Savchenko during 2003-2015. The aim of these experiments was to study technological process of spearhead and arrowhead production, use of projectile heads and research of technological and use-wear traces. Long bones of an elk taken in a previous year and fresh elk long bones served as raw material. Replicas of flint archaeological tools from Mesolithic sites of Central Russia and Urals were made by M.G. Zhilin and used in these experiments. The process and results were carefully documented (Savchenko, 2010; Zhilin, 2006 c).

Broad scars with flat very even surface, as if inflicted by iron knives were observed upon many Mesolithic projectile heads coming from reliably dated find levels of stratified peat bog sites of Eastern Europe and Urals. This indicates that bone was substantially softened before being worked. It is much easier to work softened bone by scraping, grooving, carving, whittling, sawing or drilling with stone tools. Based on archaeological and ethnographic data, researchers have suggested that the bone was softened by soaking (Zhilin, 2001; Savchenko, 2010), soaking and heating (Gurina, 1956; Semenov, 1965), and/or chemical treatment (Malinova & Malina, 1988). The best results were achieved by soaking the bone in water mixed with ash for two months. Following that, preforms made from cattle long bones could be easily worked by whittling with an iron knife, as if one was whittling wood (Serikov & Tupikov, 2015). Our experiments were conducted in summer 2015 and involved soaking long elk bones for one month in water mixed with ash from a campfire. The experiment demonstrated that it was much easier to process bone with flint tools after such treatment. Longitudinal grooves for splitting a long bone into halves were cut at a depth of 2/3 to ¾ of the thickness of bone with a flint burin fixed in a wooden handle several times quicker than working fresh or dry bone. Whittling of softened elk bone with a burin made on broken flint blade fixed in a wooden handle when the side of a burin scar was used as a working edge of a whittling knife produced very regular, wide long flat scars as if the bone was worked with a steel knife. Similar traces of whittling, observed on some preforms and finished massive spearheads from described sites suggest that similar treatment of bone could also have been used at Mesolithic sites in Eastern Europe and Urals.

Our experiments showed that a broken blade in a wooden handle is perfectly suitable for grooving elk long bones. Short and narrow burin scars often appear as a result of wearing out during the work, and not intentional treatment of a burin. After about half an hour of grooving, the working edge of a broken blade becomes dull, and more effort is needed to continue work. This typically results in removing a very narrow burin spall from the working edge and formation of a burin scar. When this happens, the burin works much better, but the shape of the cross-section of the groove changes from V-shaped into trapezoidal. It usually took about 2 hours to make a groove along one side of dry elk long bone suitable for splitting it successfully, while such groove was produced on softened bone in about 40 minutes. When grooves were finished, the long bone was split into two halves with the help of a stone, bone or antler wedge. Such wedges are also a common find at Mesolithic sites of Western Russia. Their working edge is smashed, small steep or semi steep facets overlapping each other are observed at the working edge, and scarce short striations running from the working edge along the tool axis are sometimes also observed. The butt end of wedges is also smashed when a hard hammer was used, or only slightly rounded if the wedge was used with a wooden hammer. We used in our experiments a wedge made from a splinter of elk long bone similar in size and shape to wedges from Mesolithic sites of the Volga-Oka interfluve. When grooves were deep enough (3/4 of thickness of bone or deeper) a long bone was easily split into halves, but if grooves were 2/3 of thickness of bone or less the bone could break

during splitting. Fragments of such long bones with shallow grooves transversally or obliquely broken during splitting are a common find at sites mentioned above.

Scraping and whittling of softened bone in our experiments were several times more effective than working fresh or dry bone. But grinding bone softened in this manner produced poor results because of sliding of wet bone over a grindstone. Dry bone was much better for grinding. The same was observed during working elk bone by direct percussion with a hammerstone. Softened bone was more elastic and resistible to blows, while dry elk bone could be chipped like slate or similar stone. Direct percussion comparable with scraping, cutting, whittling etc. was much quicker, but any wrong blow could result in breakage of a preform. In our experiments sometimes I hit one end of a preform with a hammerstone, but it was broken in the middle or at the other end. It is not surprising that preforms broken during treatment by direct percussion make series among waste products in find levels of Mesolithic sites of the studied area (Zhilin, 1998b). These experiments made possible to understand technology of the manufacture of Mesolithic projectile heads.

A number of controlled experiments were carried out to replicate use-wear traces on bone projectile heads and to understand their formation. Some of them which produced most similar traces could be briefly described here, though their detailed description with high quality photos and microphotos are far beyond limits of this article. In 2013 a special target was built of bricks of peat cut from modern surface of a peat bog near the bog shore in the shape and size of a semi-adult wild boar. It contained besides peat various roots, sand, some small atones etc., and was covered with a fresh skin of a wild boar. Projectiles with conical tips similar to tips of described spearheads were launched from a distance of 30 steps (about 25 meters), and pierced through boar skin and through peat inside it, coming from the other side of the target. After several hits bone points were studied with a help of a stereomicroscope. Use-wear traces included smashing, chipping, and rounding of the tip of the point, initial bright polishing and linear traces of two types. Narrow short shallow striations running from the tip along the tool axis or at acute angle to it (first type) were accompanied by scarce wider short grooves running from the tip in the same direction (second type). More experiments should be carried out, including ones with real beasts, but it is possible to notice that these traces correspond with ones observed on studied Mesolithic spear heads. Data from experiments aimed at production and use of various bone and antler spearheads in Late Palaeolithic and Mesolithic of Northern and Western Europe (David, 1999; Pétillon and Langlaix 2011; Pétillon *et al.,* 2011) were also helpful for our study.

TECHNOLOGY OF THE MANUFACTURE OF MASSIVE SPEAR HEADS

Traces of various operations preceding the final treatment and overlapping each other were discovered at several places in many of the artifacts. Such ‘technological stratigraphy’ accompanied by the presence of blanks, preforms, reshaped tools and refuse in the find material made it possible to establish the sequence of operations

(chaîne opératoire) and to reconstruct different stages of production of massive thrusting spear heads with a sufficient degree of certainty. First, elk long bones were soaked in water for softening, as indicated by a cache of three long bones of an elk buried in a pit, encountered in the lowest layer of the Ivanovskoye 7 site (find level IV). It had been dug below the ancient water level, and the bones placed there were resting in sand and water. One of the bones featured shallow longitudinal straight lines along both sides, made with a sharp burin in places where grooves would later be made (Zhilin *et al.*, 2002).

When the bones had softened, shallow transverse grooves running across the perimeter of the bone were made near one or both of the epiphyses, which were broken off along this groove. Such a groove was usually made with the help of a chisel or an adze with an unpolished cutting edge, which left characteristic pit-like traces on the bone surface. Such adze still in its original position in an elk antler sleeve was found at Stanovoye 4 (layer III, trench 3) (Zhilin, 2006a, 2007a, 2009). A series of 13 removed epiphyses with similar traces and breakage scars was found at Ivanovskoye 7 (find level IV). In some cases the long bones were cut into halves with preserved epiphyses, as indicated by such halves from bottom find levels of Ivanovskoye 7 and Sakhtysh 14. The next step was to split the bone into halves. Two longitudinal grooves were cut at opposite sides of a bone to a depth of 2/3 to 5/6 of the thickness of a wall of the bone. Long parallel traces left by a burin can be seen along the sides of the groove. Such traces are usually visible on lateral sides of the finished spear heads (fig. 3: 1-2), indicating the use of this technology of blank production. Fragments of broken flint blades served as burins, with a very sharp working edge for cutting slots that feature a V-shaped cross-section. Trapezoid-like cross-section of grooves on some broken blanks indicates that the cutting edge of the burin was formed by a very narrow burin scar. With the help of a wedge a long bone was split into two halves.

Then, the halves were turned into preforms. Epiphysis on one end where the point should be was totally removed, while on the butt end where bevel should be it was flattened with the help of a stone adze or chisel (fig. 2; 3; 11; 13). E. David described experiments where epiphyses of long bones were shaped with a flint flake which served as a chisel (David, 1999). Scars at butt ends of our spearheads suggest using similar tools for this operation. It is worth noting that facets from flattening of epiphyses remove traces of grooving, indicating that epiphyses were shaped after initial bone was split into halves. There is almost no evidence about the initial treatment of the point, because its traces were later totally removed by secondary treatment, but one unfinished massive spearhead from the bottom find layer of Ivanovskoye 7 (fig. 2: 3) suggests that it was most probably done by direct percussion with a hammerstone. Such technology is well known in the Mesolithic of Western Russia (Zhilin, 1998b, 2001, 2015) and other territories. The secondary treatment of a preform began with sharpening the point of what would eventually become a spearhead with longitudinal whittling or rarely scraping. Normally massive spear heads show both the long linear traces left by a burin on their sides, which are preserved on the surface of the grooves, as well as the long flat longitudinal

Fig. 3.—Stanovoye 4, find level III, trench 2: 1, a massive spear head; 2, traces of grooving; 3, traces of whittling removing traces of grooving; 4, traces of whittling.

facets with typical longitudinal linear traces left by a whittling knife. Whittling traces remove traces of grooving indicating the operation sequence (fig. 3: 3). Some massive spear heads show traces of grinding with a fine abrasive slab above whittling traces, and some display traces of bright polishing with a hide or plant material. Under magnification of 20x or higher very fine striations following the direction of the polish are observed inside the polished area. Such polish covers not only convex or plain areas of the tool surface, but also concave areas of the inner part of the bone. This indicates the use of some soft abrasive instrument similar to modern glass-paper used in woodworking. Probably, the inner surface of a fresh hide was intentionally covered with very fine sand or silt powder. After drying these mineral particles were firmly attached to the hide and Mesolithic "glass-paper" was ready for work. At the same time tiny mineral particles are usually present in the air and can stick to the fresh hide without any human effort. This also gives an effect of a very fine "glass-paper" and leaves described traces on the surface of polished bone tools. It is worth noting that the bevels of the spear heads were not polished.

The following operation sequence (chaîne opératoire) in the manufacture of massive bone spear heads in the Mesolithic of Central Russia was established: softening a long elk bone by soaking (probably in water mixed with ash) → obtaining a blank by cutting grooves along opposite sides and splitting bone along these grooves → removing and leveling epiphyses → shaping the preform by percussion, coarse scraping or whittling → fine longitudinal whittling or scraping of the point → fine abrasive grinding → bright smooth polishing. This operation sequence was not always carried out in full, as a number of studied artifacts had been used but did not feature grinding and/or polishing. On the other hand sometimes epiphyses were removed before cutting grooves.

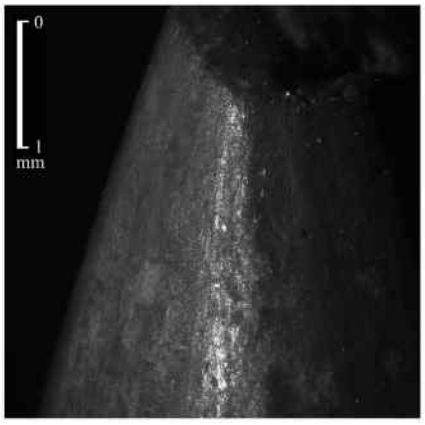
One technological detail of shaping the very tip of described spearheads is of special interest. The tip of several points was intentionally obliquely truncated with a fine abrasive slab at an angle of about 45°-60° to the tool axis (fig. 2: 7-8; 4; 12; 14). As a result an oval-shaped oblique flat surface about 1-2 × 0,5-1 mm emerged. Use-wear traces indicate that artifacts shaped in this manner were used as spearheads before as well as after such treatment. Most probably this specific detail is a result of reshaping of the tip of a spearhead which was smashed when hit some hard material. This is confirmed by traces of such breakage not totally removed on the tip of one spearhead (fig. 4). This was the simplest and quickest way to repair the point of a spearhead and to prevent it from further breakage. Such treatment is observed on several massive spearheads from bottom find levels of Ozerki 17, Ivanovskoye 7, find levels III and IV of Stanovoye 4 in the Volga-Oka interfluve, and also from Veretye 1 in the Russian North (Oshibkina, 1989), and Shigir peat bog in the Trans-Urals (Savchenko *et al.*, 2015).

USE-WEAR TRACES ON BONE MASSIVE SPEAR HEADS

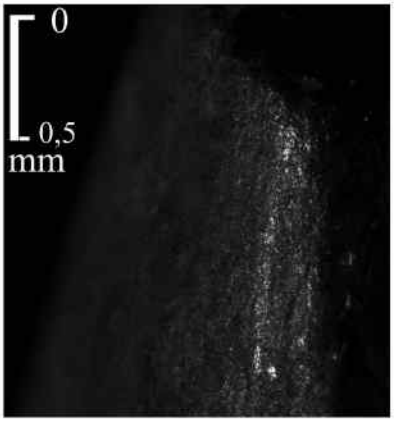
Massive bone spear heads from Mesolithic sites of Central Russia, including fragments with a preserved point, displayed more or less pronounced signs of use-

2 - 6x

3 - 10x



4 - 20x



5 - 40x

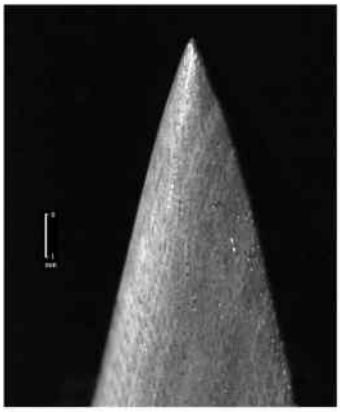
Fig. 4.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-5, traces of reshaping of the point and use-wear.

wear under the microscope. In the majority of the artifacts this included rounding, smashing or chipping of the tip; sometimes small or larger flat or semi-flat facets, running from the tip along one or two (and sometimes several) sides of the point; 'hide' polishing, beginning from the tip and gradually disappearing; fine striations and coarse grooves, running from the tip along the axis of the arrowhead and/or at an acute angle to it. Similar traces were also observed on the points of bone arrowheads from these sites and on points of our experimental arrowheads (Zhilin, 2015). Usually use-wear is not well pronounced on massive spear heads (figs. 4-6), indicating a rather short period of use, but some of them display very good use-wear patterns which deserve a separate description.

Well preserved intact massive spearhead comes from find level III of trench 2 at Stanovoye 4 (fig. 3; 7). Its point was very carefully sharpened by longitudinal whittling and after it carefully polished. The tip of the point is strongly smoothed and rounded, bright polish is observed at the point but gradually becomes more dull. Inside this polished area two types of linear traces are observed: fine short narrow sharp scratches and rather coarse grooves with uneven surface (fig. 7: 2-5). It is worth noting that the starting point of such grooves facing the tip of the point is deeper and larger than its rear end facing the butt end of the spearhead, which gives it the comet-like appearance (fig. 7: 4-5). Such grooves are similar to traces on digging sticks used for digging sandy soils or soft boggy soils with admixture of sand. When combined on one pointed tool they indicate piercing some soft medium dirty material (hunted mammals) and also thrusting into the ground.

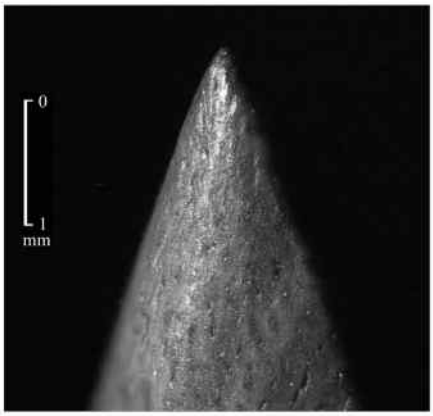
Three fragments of points and a fragment of a middle part of a massive spear head come from the same trench. All of them display typical breakage scars which originate on one face of a spearhead and obliquely terminate at the other face, indicating strong force transversally applied to the tool. Scars at the fragment of a medium part are running towards each other, one in the direction of the point, and the other – in the direction of the butt end. This also indicates transversal breakage of this massive spearhead made from a thick elk long bone under a very strong impact. Described breakage patterns are typical for these massive thrusting spear heads and sometimes they are also met at projectile heads.

Well developed use-wear traces were observed on some fragments of massive bone spearheads from the find level III in the trench 3 at Stanovoye 4. The tip of one of them displays micro chipping, rounding, and smoothing of the tip, pronounced bright polishing with multiple fine and coarse striations running from the tip parallel to the tool axis and at acute angles to it sometimes crossing each other and edges of chipping facets (fig. 8). The tip of the other became flat with rounded edges (fig. 9). Polishing is well pronounced, and various multiple striations and grooves run at various angles from the tip, mainly sub-parallel to the tool axis and at acute angles to it. Besides use-wear traces, post-depositional deformations are also clearly observed on the surface of this artifact. The tip of the third one became concave with rounded edges resembling to some extent an old volcanic crater (fig. 10). Traces of sharpening the point by longitudinal scraping and smoothing the surface by grinding with fine abrasive slab are clearly seen (fig. 10: 2, 4). Bright polishing

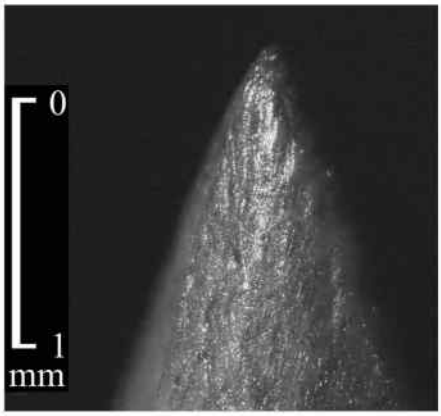


2 - 6x

3 - 10x

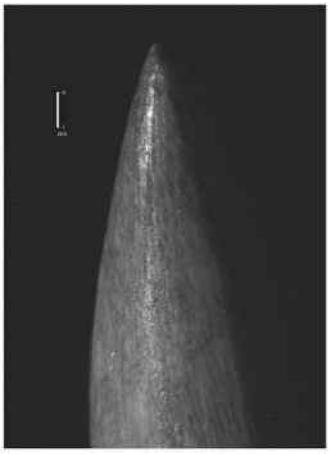


4 - 20x

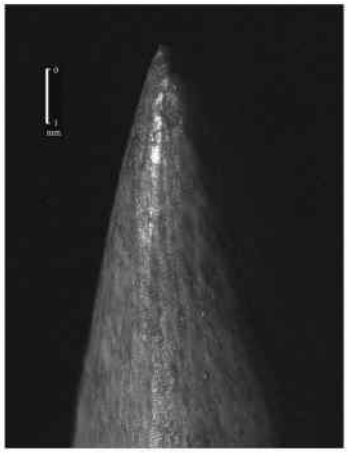


5 - 40x

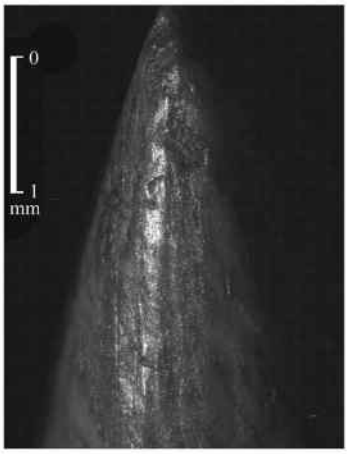
Fig. 5.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-5, use-wear traces.



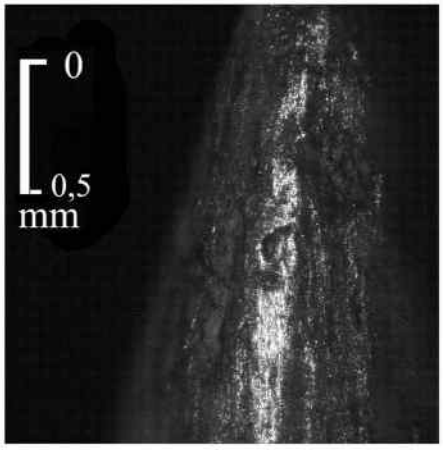
2 - 6x



3 - 10x



4 - 20x



5 - 40x

Fig. 6.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-5, use-wear traces.

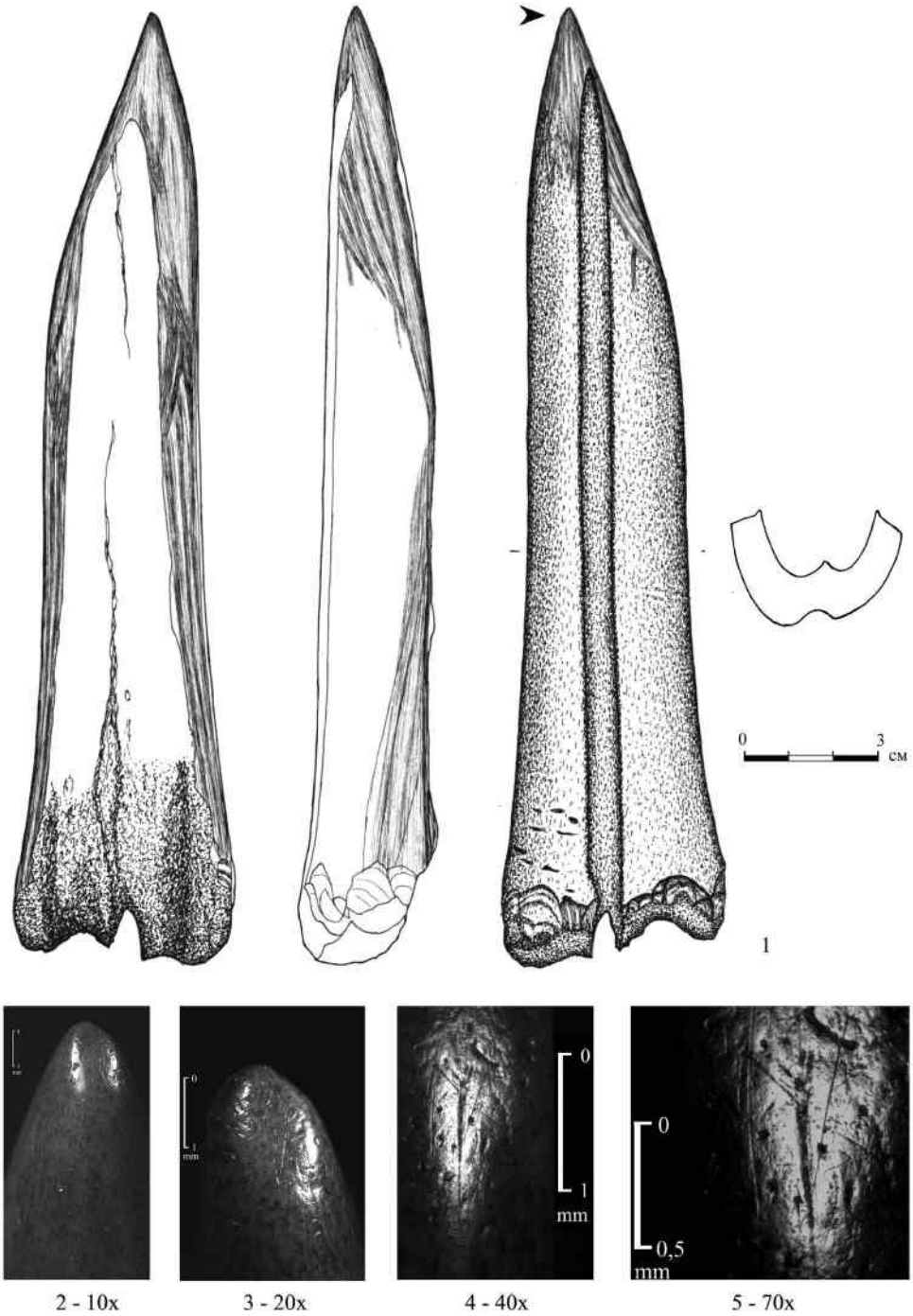


Fig. 7.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a massive spear head; 2-5, use-wear traces.

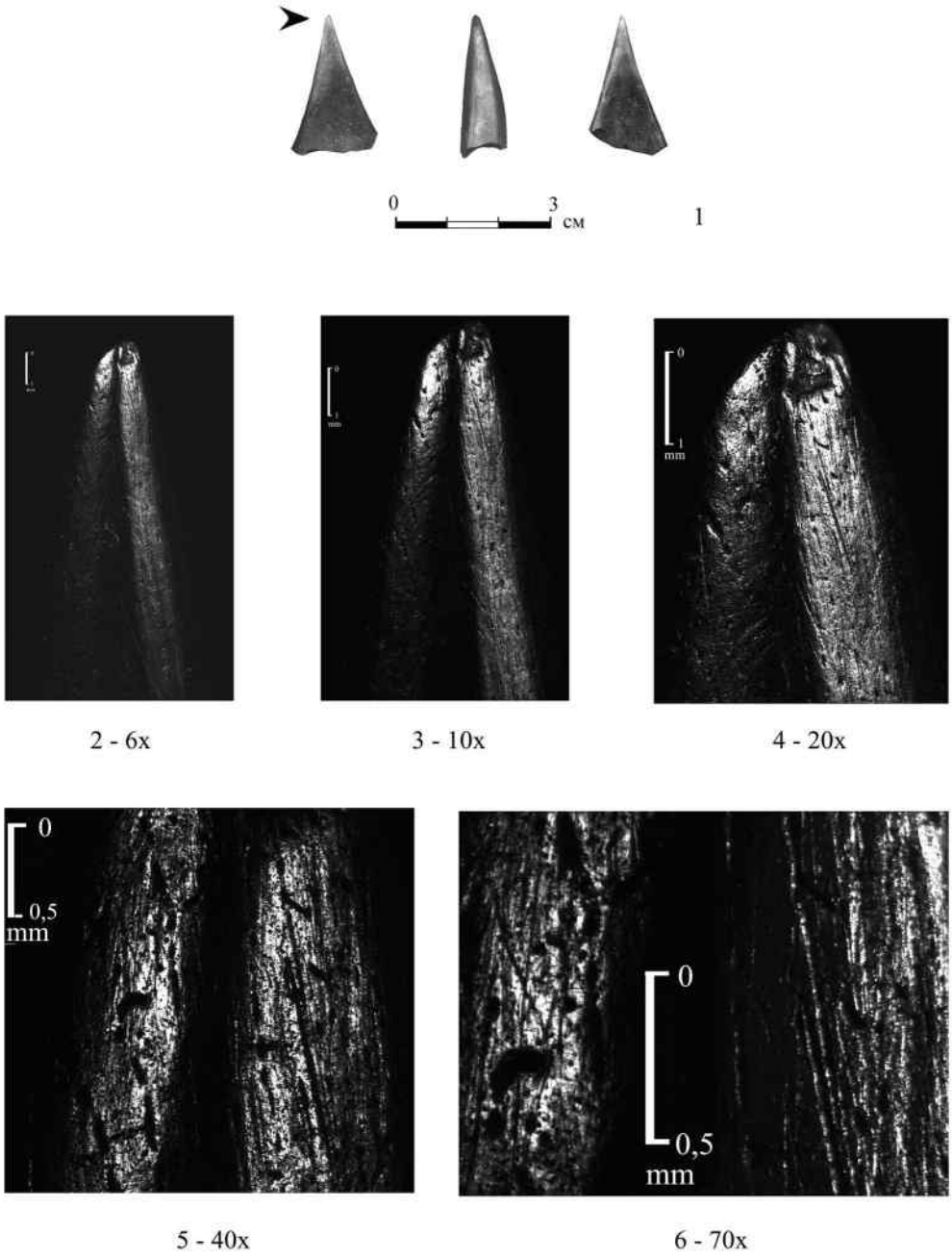


Fig. 8.—Stanovoye 4, find level III, trench 2: 1, a point of a massive spear head; 2-6, use-wear traces.

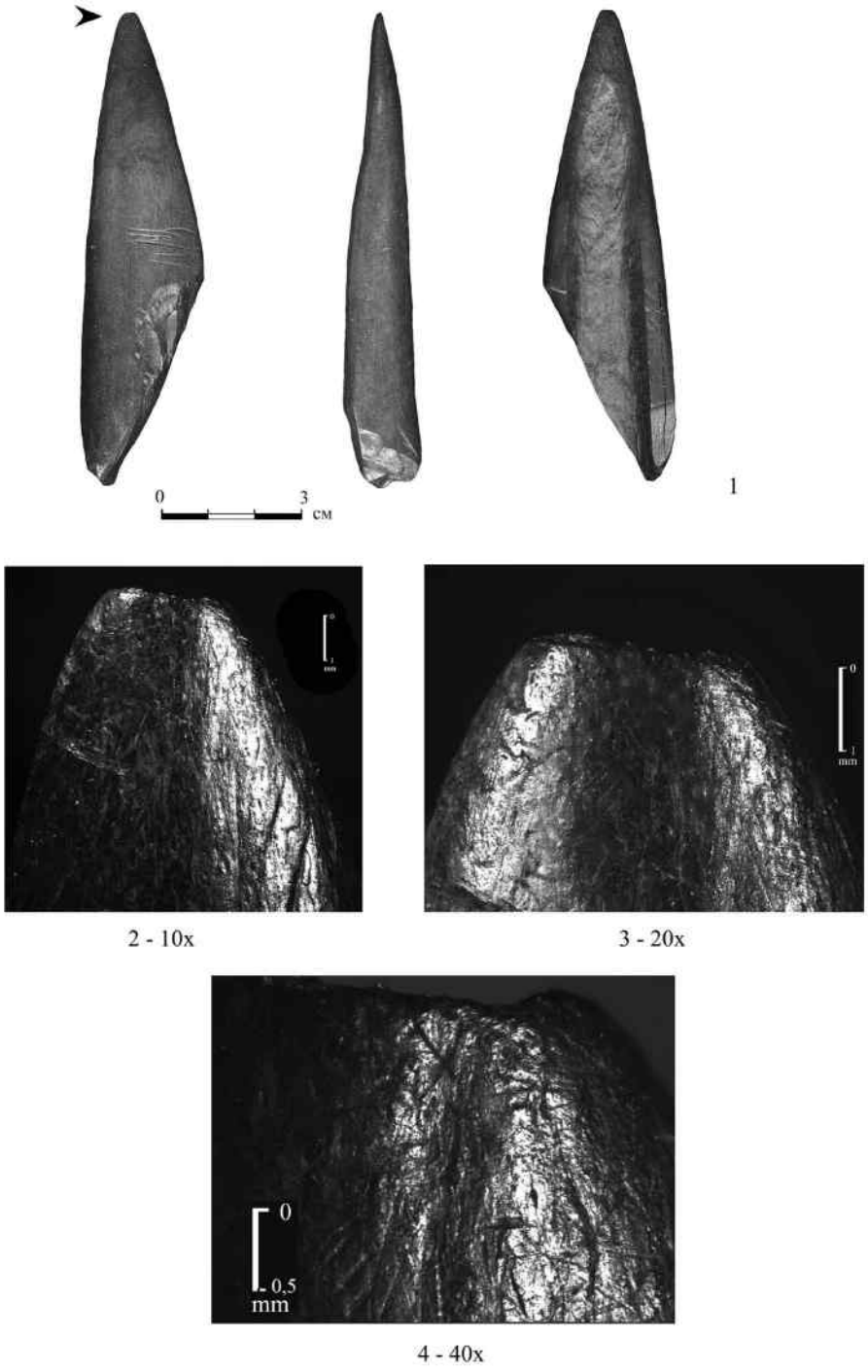


Fig. 9.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-4, use-wear traces.

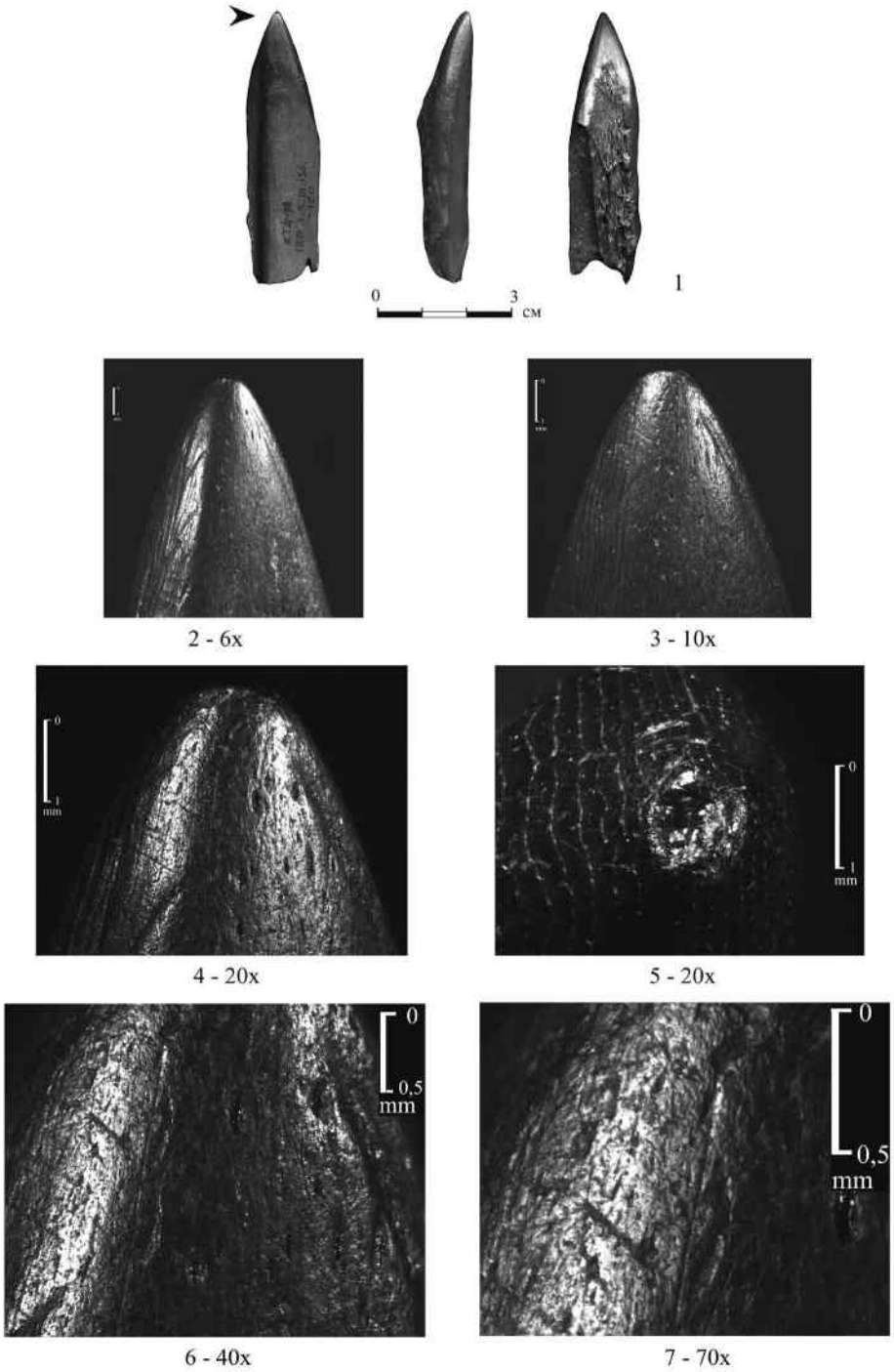


Fig. 10.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-7, use-wear traces.

and various striations and grooves are very similar to traces observed at the intact massive spearhead from the trench 2 of Stanovoye 4, described above. Such traces indicate long use of these spearheads and multiple hitting of hunted prey with accidental hitting the ground.

An intact massive spearhead was found in the find level III of trench 3 at Stanovoye 4 (fig. 11). The point was carefully treated by fine longitudinal whittling and grinding on fine abrasive slab, and after it polished with hide or similar soft material from the point to the middle of its length. Traces of this intentional polishing in the shape of dense very fine long striations roughly parallel to each other are clearly seen on a smooth surface of the spearhead (fig. 11: 2-4). A flat facet with a feather termination runs from the point along the dorsal surface of the artifact, and a semi-steep facet with a step termination runs along its ventral surface, indicating hitting some hard material (fig. 11: 1). Edges of these facets are rounded and smoothed, some polishing is observed on ridges and inside these facets. Linear traces in the shape of short shallow scratches and grooves running over facet edges at an acute angle to the tool axis (fig. 11: 2-5) indicate the use of this spearhead for thrusting some soft medium dirty material, most likely hunted mammals after the breakage of the point.

A fragment of a point of another massive spearhead (fig. 12) displayed traces which illustrate the history of its long use. Originally it was polished, but than the point was broken and reshaped by longitudinal whittling. After it the tip was smashed from hitting some hard material and was obliquely truncated with a fine grained abrasive slab at an angle about 60° to the tool axis (fig. 12: 2-3). As a result of its further use a flat facet about 1 mm long running from the tip emerged at its right lateral side. Edges of the truncated area as well as edges of the described facet became rounded and smoothed. Bright polishing accompanied by multiple linear traces in the shape of various scratches and grooves running from the tip at acute angles to the tool axis sometimes crossing each other are clearly observed (fig. 12: 5). Finally the point of this massive spearhead broke off as a result of a strong impact applied in the transverse direction.

The left side of one massive spearhead from the lower Mesolithic layer of Ivanovskoye 7 was broken off (fig. 13: 1-2), the point was also broken off, but later was carefully reshaped by longitudinal whittling and partly ground with a fine-grained abrasive slab. The tip of the point is rounded and smoothed, bright polishing runs from it gradually becoming dull and finally disappearing. Inside the polished area short grooves and various scratches some of which are more than 1 mm long running from the tip along the tool axis and at acute angles to it are observed (fig. 13: 2-5). Such traces indicate multiple piercing some soft medium dirty material, most probably hunted mammals during long use of this spear head.

A fragment of a point of the other massive spear head from the same find level of Ivanovskoye 7 is carefully sharpened by longitudinal whittling, the tip is obliquely truncated at an angle about 60° to the tool axis with the help of a fine abrasive slab (fig. 14). The point is broken off as a result of a strong side pressure, the breakage crack starts at a distance of 1 cm from the point. Micro chipping running from the

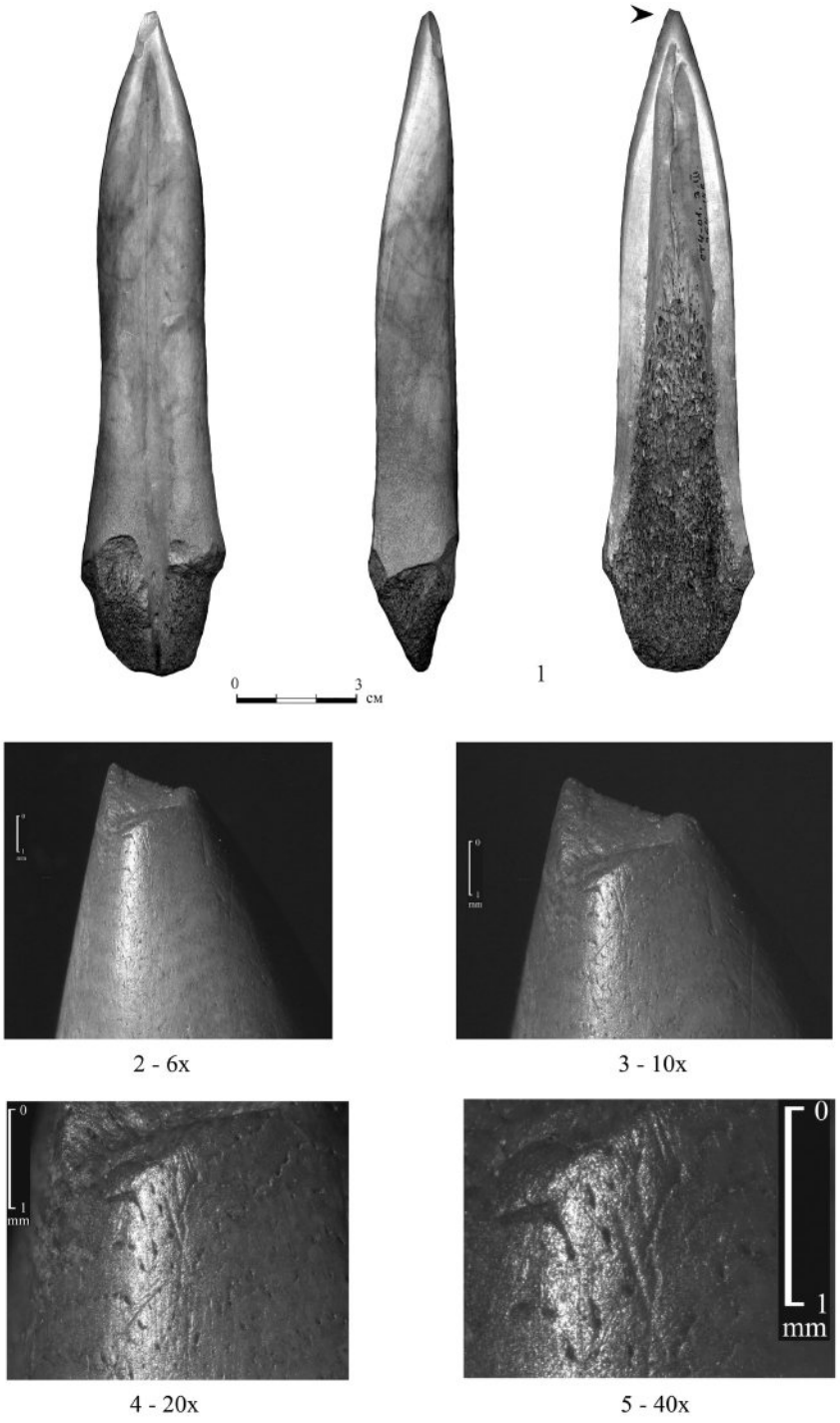
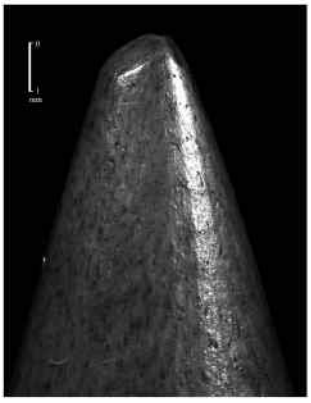
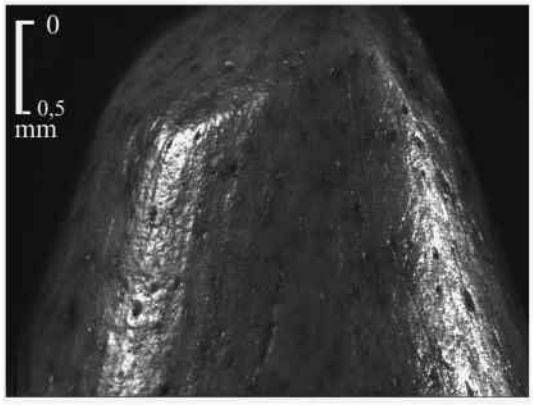


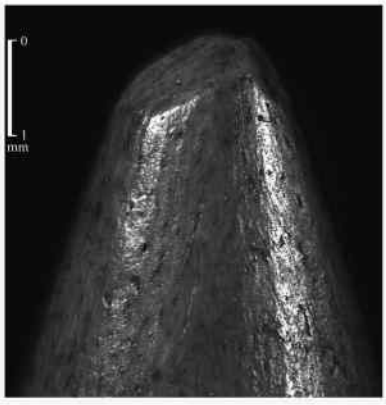
Fig. 11.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 2-5, use-wear traces.



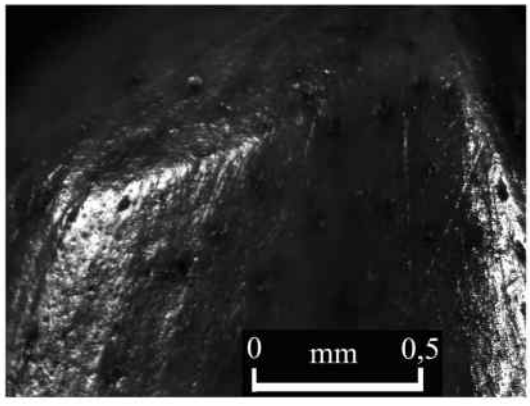
2 - 10x



4 - 40x



3 - 20x



5 - 70x

Fig. 12.—Stanovoye 4, find level III, trench 3: 1, a point of a massive spear head; 3-5, use-wear traces.

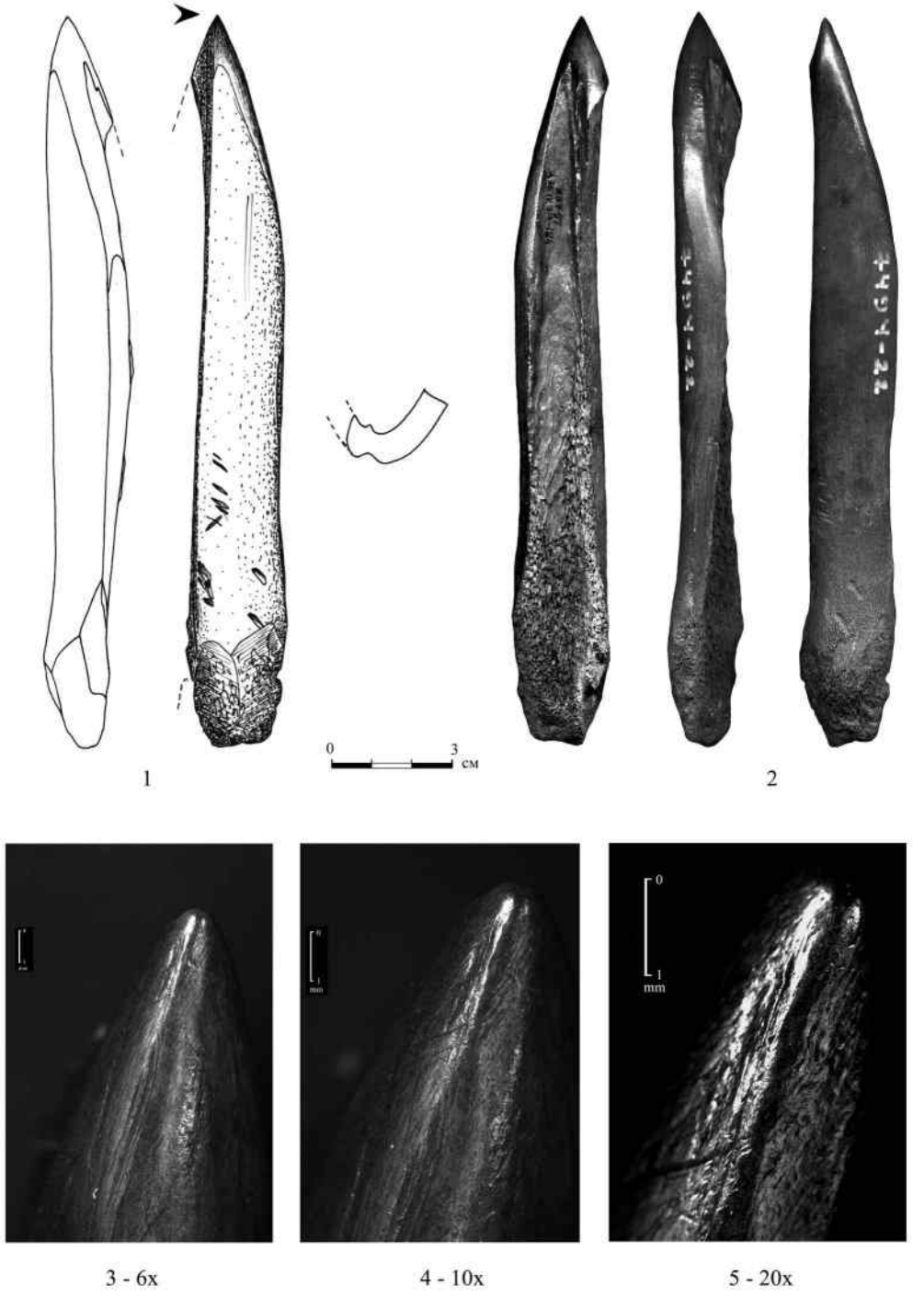
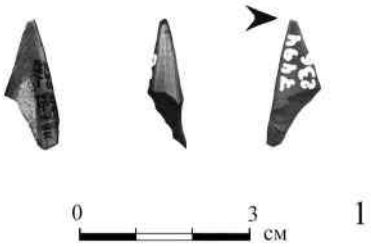
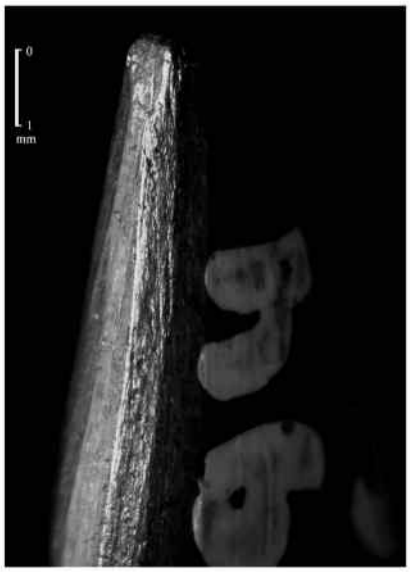


Fig. 13.—Ivanovskoye 7, find level IV: 1-2, a massive spear head; 2-5, use-wear traces.





2 - 10x 3 - 20x

Fig. 14.—Ivanovskoye 7, find level IV: 1, a point of a massive spear head; 2-3, use-wear traces.

edge of oblique truncation on the tip, rounding of the edge and rather bright polishing accompanied by coarse grooves and multiple thin striations running from the tip mostly parallel to the tool axis are observed under the microscope (fig. 14: 2-3). These traces are similar to described on the previous spearhead, but the grooves are more numerous, longer and deeper, indicating multiple hitting sandy soil.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

These artifacts are sometimes called ice-picks (Loze, 1988) judging by their morphology and authors' ideas about tool function. But no use-wear analysis aiming to prove or neglect such supposition was ever carried out. This article is the first presentation of results of use-wear and technological analyses of more than a hundred of these artifacts carried out by the author during last twenty years.

Traceological study of massive points with conical tip made from elk long bones, typologically described as spear heads (Zhilin, 2001) from Mesolithic sites of South-Eastern Baltic, Central Russia, Russian North and Trans-Urals revealed standard use-wear traces, more or less pronounced at all intact artifacts and their fragments with preserved point. Besides micro chipping, rounding and smoothing of the tip, two types of linear traces running from the tip along the axis of the tool or at acute angles to it were observed. The first includes fine sharp scratches, usually short, and only at rare occasions longer than 1 mm. The second is composed of coarse grooves with uneven surface up to 0.1 mm wide and deep and up to 5 mm long. It is worth noting that the starting point of such grooves facing the tip of the point is deeper and larger than its rear end facing the butt end of the spearhead, which gives it the comet-like appearance. Such grooves are similar to traces on bone digging stick heads used for digging sandy soils or soft boggy soils with admixture of sand. But these traces were met only at the tip of spear heads, while on digging stick heads they are much longer, and run up to 3 cm and more from the point. The second important difference is that the number and density of coarse grooves on digging stick heads is much greater than on described massive spear heads. The character of polishing is also different – more bright and even at spear heads compared to more dull and coarse polishing on digging stick heads.

Such combination of two described types of linear traces - fine striations and coarse grooves on one pointed tool indicates piercing some soft medium dirty material (hunted mammals) and also thrusting into the ground at a very small depth. Besides these, smashing of the tip, scars and facets running from the point were also documented on some massive spear heads with described use-wear pattern. Such macro traces indicate contact with some hard material, most probably bones of large mammals. Many massive spear heads are broken as a result of a very strong impact applied obliquely or transversally to the artifact which in combination with observed traces also points at large mammals. All these data correspond well to the purpose of a massive thrusting spear used for killing large mammals. As we know from ethnographic sources (Gurina, 1956; Semenov, 1968; Anell, 1969; Dzeniskevich, 1987; Averkieva, 1991; Fainberg, 1991; Zalisnyak, 1991) hunting of such game often started with wounding it by arrows and ended with stabbing the wounded animal with a thrusting spear.

Archaeological record also gives examples of large mammals first wounded by arrows and finally killed with a spear. The best evidence is a skeleton of an aurochs from the bog Vig in Denmark. On the first occasion it was wounded by arrows but escaped, and on the second occasion it was again hit with several arrows and killed

with a spear which pierced through the shoulder blade (Nygaard, 1974; Zaliznyak, 1991). Shoulder blades of elk, red deer and roe deer with damage caused by arrows and spear heads were found at Mesolithic sites from England and Denmark to Trans-Urals (Nygaard, 1974, 1975; Zaliznyak, 1991; Nuzhnyi, 2008, Zhilin *et al.* 2014).

Hunting large mammals accompanied by fishing and fowling played the main role in the economy of Mesolithic population of Western Russia (Zhilin, 2004; 2007a, b; 2014). Judging by faunal remains from excavated sites elk was the most important mammal taken from the very beginning till the very end of the Mesolithic in this area. It supplied inhabitants of Mesolithic sites with large amount of meat, skin, antler, bones and sinew. Presence of elk skulls with stumps from shed antlers and remains of chopped off antlers indicates elk hunting all year round. A fragment of elk temporal bone, pierced with a needle-shaped bone arrowhead (Zhilin, 2004: 96) indicates the use of bow and arrows for elk hunting. Any other big mammals like brown bear, reed deer, reindeer, wild pig and roe deer played no significant role in the total volume of mammals taken. The share of their bones put together is several times less than the share of elk bones. From the very beginning of the Mesolithic dog bones are rather numerous among faunal remains. Besides other functions, the main purpose of a dog was helping in hunting large mammals.

Basing on archaeological and ethnographic data and results of the use-wear study of various weapons (Zhilin, 2001; 2014; 2015) we come to the conclusion that the Mesolithic population of Western Russia developed a variable and highly sophisticated set of weapons, suitable for taking any animal resources in their environment. Together with projectiles - bow and arrows and javelins, heavy thrusting spears with massive bone heads played an important role in hunting large mammals, first of all, elks.

REFERENCES

ALESHINSKAYA, A.S. (2001): *Paleogeograficheskiye usloviya obitaniya drevnego cheloveka v mezolite Volgo-Okskogo mezhdurech'ye po palinologicheskim dannym,* PhD dissertation, Geography, Moskovskiy Gosudarstvennyi universitet, Moskva.

ANELL, B. (1969): *Running down and driving game in North America*, Studia Ethnographica Uppsalensia 30, Uppsala.

AVERIN, V.A., ZHILIN, M.G. and KOSTYLEVA, E.L. (2009): "Mesoliticheskiye sloi stoyanki Sakhtysh 2a (po materialam raskopok 1999 I 2004 gg.)", *Tverskoi arkheologicheskii sbornik 6* (Chernykh, I.N., ed.), pp. 130-139.

DAVID, E. (1999): "Approche technologique des industries en matières dures animals du Mésolithique danois d'après le matériel des gisements maglemosiens de Mullerup I (Sarauw's island - 1900) et Ulkestrup Lyng II (1946)", *L'Europe des Derniers Chasseurs.* Épipaléolithique *et Mésolithique* (Thévenin, A., ed.; Binz, P. dir.), Éditions du CTHS, Paris, pp. 167-178.

DZENISKEVICH, G.I. (1987): *Atapaski Alyaski*, Nauka, Leningrad.

FAINBERG, L.A. (1991): *Okhotniki Amerikanskogo Severa (indeitsy I eskimosi)*, Nauka, Moskva.

GURINA, N.N. (1956): *Oleneostrovskiy mogil'nik*, Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR 47, Nauka, Moskva-Leningrad.

HARTZ, S., TERBERGER, T. and ZHILIN, M. (2010): "New AMS-dates for the Upper Volga Mesolithic and the origin of microblade technology in Europe", *Quartar* 57, pp. 155–169.

INDREKO, R. (1948): *Die mittlere Steinzeit in Estland*, Stockholm.

JAANITS, L. and JAANITS, K. (1975): "Frühmesolithischen Siedlung in Pulli", *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised.* Ühiskonnateadused 24(1), pp. 64-70.

JAANITS, L. and JAANITS, K. (1978): "Ausgrabungen der frühmesolithischen Siedlung von Pulli", *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised.* Ühiskonnateadused 27(1), pp. 56-63.

KOL'TSOV, L.V. (1989): "Mezolit Volgo-Okskogo mezhdurech'ya", *Mezolit SSSR - Arkheologiya SSSR* (Kol'tsov, L.V., ed.), Nauka, Moskva, pp. 68-87.

KOL'TSOV, L.V. and ZHILIN, M.G. (1999): *Mezolit Volgo-Okskogo mezhdurech'ya: Pamyatniki butovskoy kul'tury,* Nauka, Moskva.

KRAINOV, D.A. and KHOTINSKI, N.A. (1984): "Ivanovskiye stoyanki: Kompleks mezo- i neoliticheskikh ozerno-bolotnykh poseleniy na Volgo-Okskom mezhdurech'ye", *Arkheologiya i paleogeografiya mezolita i neolita Russkoy ravniny* (Velichko, A.A., ed.), Nauka, Moskva, pp. 92-109.

LOZE, I.A. (1988): *Stoyanki kamennogo veka na Lubanskoi nizmennosti,* Žinátne, Riga.

LOZOVSKI, V.M. (1996): *Zamostje 2: the Last Prehistoric Hunter-Fishers of the Russian Plain*, Editions du CEDARC, Treignes.

LOZOVSKI, V.M., LOZOVSKAYA O.V. and CLEMENTE-CONTE, I. (eds.) (2013): *Zamostye 2. Lake settlement of the Mesolithic and Neolithic fisherman in Upper Volga region*, IIMK RAN, St. Petersburg.

LOZOVSKI, V.M., LOZOVSKAYA, O.V., MAZURKEVICH, A., HOOKK, D. and KOLOSOVA, M. (2014): "Late Mesolithic - Early Neolithic human adaptation to environmental changes at an ancient lake shore: The multi-layer Zamostje 2 site, Dubna River floodplain, Central Russia", *Quaternary International* 324, pp. 146-161.

MALINOVA R. and MALINA Ya. (1988): *A jump into the past. Experiment opens secrets of ancient epochs,* Mysl, Moskva.

OSHIBKINA, S.V. (1989): "The material culture of the Veretye-type sites in the region to the east of Lake Onega", *The Mesolithic in Europe: Papers Presented at the 3rd International Symposium. Edinburgh, 1985* (Bonsall, C., ed.), John Donald, Edinburgh, pp. 402-13.

PÉTILLON J.-M., BIGNON O., BODU P., CATTELAIN P., DEBOUT G., LANGLAIS M., LAROULANDIE V., PLISSON H. and VALENTIN B. (2011): "Hard core and cutting edge: experimental manufacture and use of Magdalenian composite projectile tips", *Journal of Archaeological Science* 38:6, p. 1266-1283.

PÉTILLON, J-M, and LANGLAIX, M. (2011). "Evolution of bone and stone weapons of final Paleolithic epoch: Magdalenian communities (20000-14000 cal. BP) in south-western Europe", *Bone weapons and art objects in ancient cultures of Northern Eurasia (technological and functional aspects)* (Khlopachev, G., ed.), Nauka, Sankt-Petersburg, pp. 69-96.

SAVCHENKO S.N. (2010): "Experimental reconstruction of the manufacture technique of slotted bone arrowheads", *Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia. Cultural, technological and functional signature* ((Legrand-Pineau, A., Sidéra, I., Buc, N., David, E. and Scheinsohn, V., eds.), British Archaeological Reports. International Series 2136, Oxford, pp. 141-147.

SAVCHENKO, S., LILLIE, M.C., ZHILIN, M.G. and BUDD, C.E. (2015): "New AMS dating of bone and antler weapons from the Shigir collections housed in the Sverdlovsk Regional Museum, Urals, Russia", *Proceedings of the Prehistoric Society* 81, pp. 265-81.

SEMENOV, S.A. (1965): *Prehistoric technology: an Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*, Cory, Adams & Mackay, London.

SEMENOV, S.A. (1968): *Razvitiye tekhniki v kamennom veke,* Nauka, Moskva-Leningrad.

SERIKOV, Yu. B. and TUPIKOV, I.N. (2015): "To the question of chemical softening of bone in Antiquity", *Tverskoi arkheologicheskii sbornik 10* (Chernykh, I.N., ed.), pp. 304-311.

ZAGORSKA, I. (1980): "Das Frühmesolithikum in Lettland", *Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam* 14/15, pp. 73-82.

ZAGORSKA, I. (1993): "The Mesolithic in Latvia", *Acta Archaeologica* 63, pp. 97-116.

ZAGORSKA, I. and ZAGORSKIS, F. (1989): "The bone and antler inventory from Zvejnieki II, Latvian SSR", *The Mesolithic in Europe: Papers Presented at the 3rd International Symposium. Edinburgh 1985* (Bonsall, C., ed.), John Donald, Edinburgh, pp. 414-423.

ZALIZNYAK, L.L. (1991: *Naseleniye Polesya v mezolite*, Naukova Dumka, Kiev.

ZARETSKAYA, N.E., ZHILIN, M.G., KARMANOV, V.N. and USPENSKAYA, O.N. (2005): "Radiocarbon dating of wetland Mesolithic-Neolithic archaeological sites within the Upper Volga and Middle Vychegda", *Geochronometria* 24, pp. 117-131.

ZHILIN, M.G. (1998a): "Artifacts, Made from Animals' Teeth and Jaws in the Mesolithic of Eastern Europe", *Papers from the European Association of Archaeologists Third Annual Meeting at Ravenna 1997. Volume I: Pre- and protohistory* (Pearce, M. and Tosi, M., eds.), British Archaeological Reports. International Series 717, Oxford, pp. 26-31.

ZHILIN, M.G. (1998b): "Technology of the manufacture of Mesolithic bone arrowheads on the Upper Volga", *European Journal of Archaeology* 1:2, pp. 149-175.

ZHILIN, M.G. (1999): "New Mesolithic peat sites on the upper Volga", *Tanged Points cultures in Europe* (Kozlowski, S. K., Gurba, J. and Zaliznyak, L. L., eds.), Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, pp. 295-310.

ZHILIN, M.G. (2001): *Kostyanaya industrija mezolita lesnoi zony Vostochnoi Evropy*, Moskva.

ZHILIN, M. (2003): "Early Mesolithic peat bog sites on the Upper Volga", *Peatlands. Archaeological sites – archives of nature – nature conservation – wise use.* Proceedings of the European Peatland conference 2002 in Hannover, Germany (Bauerochse, A. and Haßmann, H., eds.), Hannover, pp. 48-61.

ZHILIN, M.G. (2004): *Prirodnaya sreda I hozyaistvo mezoliticheskogo naseleniya tsentra I severo-zapada lesnoi zony Vostochnoi Evropy*, Academia, Moskva.

ZHILIN, M.G. (2006a): "Das Mesolithikum im Gebeist zwischen den Flussen Wolga und Oka: einige Forschungsergebnisse der letzten Jahre", *Praehistorische Zeitschrift*, 81:1, pp. 1-48.

ZHILIN, M.G. (2006b): *Mesolithic peatland of Tver flow of the Volga River*, Lira, Moskva.

ZHILIN, M.G. (2006c): "Experimental reconstruction of hunting and fishing tools used during the Mesolithic in the forest zone of Eastern Europe", *Prehistoric and early medieval history and culture of the European North: problems of research and scientific reconstruction* (Martynov, A.Ya, ed.), Solovki, pp. 304-313.

ZHILIN, M.G. (2007a): "Mesolithic wetland sites in Central Russia", *Wetland Archaeology & Environments. Regional issues, global perspectives* (Lillie, M. and Ellis, S., eds), Oxbow Books, Oxford, pp. 65-78.

ZHILIN, M.G. (2007b): "The Early Mesolithic of the Upper Volga: Selected problems", *Contributions to the Central European Stone Age* (Masojć, M., Płonka, T., Ginter, B. and Kozłowski, K., eds.), University of Wrocław, Wrocław, pp. 89-104.

ZHILIN, M.G. (2009): "Chronology and evolution in the Mesolithic of the Upper Volga-Oka interfluve", *Radiocarbon Chronology and Evolution within the Mesolithic of North-West Europe: Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th–June 1st 2007* (Crombe, P., Van Strydonck, M., Segrant, J., Boudin, M. and Bats, M., eds.), Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, pp. 451-72.

ZHILIN, M. (2010): "Antler perforated staff heads from Central Russia and Eastern Urals area", *Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia. Cultural, technological and functional signature* (Legrand-Pineau, A., Sidéra, I. and Buc, N., David, E. and Scheinsohn, V., eds.), British Archaeological Reports. International Series 2136, Oxford, pp. 135-140.

ZHILIN, M.G. (2013): "Traditsii i innovatsii v razvitii kostyanoy industrii butovskoy kul'tury", *Stratum plus* 2013:1, pp. 1-30.

ZHILIN, M.G. (2014): "Early Mesolithic hunting and fishing activities in Central Russia: A review of faunal and artefactual evidence from wetland sites", *Journal of Wetland Archaeology* 14:1, pp. 92-106.

ZHILIN, M.G. (2015): "Early Mesolithic bone arrowheads from the Volga-Oka interfluve, Central Russia", *Fennoscandia archaeologica* XXXII, pp. 35-54.

ZHILIN, M.G. KOSTYLEVA, E.L., UTKIN, A.V., ENGOVATOVA, A.V. (2002). *Mesolithic and Neolithic cultures of the Upper Volga region. After materials of the site Ivanovskoye 7*, Nauka, Moskva.

ZHILIN, M., SAVCHENKO, S., NIKULINA, E., SCHMOLKE, U., HARTZ, S. and TERBERGER, T. (2014): "Bone arrowheads and dog coprolite – the Mesolithic site of Beregovaya 2, Urals region (Russia)", *Quartär* 61, pp. 1-23.

MULTI-ASPECT ANALYSIS OF NEOLITHIC BONE TOOLS FROM KOPYDŁOWO, SITE 6, POLAND

Análisis multi-aspectual de útiles neolíticos de hueso procedentes del yacimiento 6 de Kopydłowo (Polonia)

MIKOŁAJ LISOWSKI *, KATARZYNA PYŻEWICZ ** and MATEUSZ FRANKIEWICZ ***

ABSTRACT The paper presents the results of osteological, typological, and microwear analyses of Neolithic bone tools recovered from Kopydłowo, site 6 (Greater Poland Province, Poland). The site is known for a pit with a number of bovine horn cores, a presumable refuse from Neolithic horn working. A multi-aspect analysis revealed the kinds of raw materials used for the production of bone tools and provided insights into how the specimens were worked and used. Twenty-nine out of 36 tools were identified to taxon. All artefacts were made from mammal bones, mostly cattle, sheep/goat, red deer, and pig. Awls and perforators, used to work with a soft organic material, were the most common tool types at the site. Some scrapers and polishers for hide working, as well as spatulae, a T-shaped axe, a chisel, a pendant, and pieces of raw material were also found. The presence of two tools made from wild mammals' bones may possibly contribute to the discussion on contacts between farmers and hunter-gatherers in the Neolithic.

Key words: Bone tools, Osteological Analysis, Typological Analysis, Microwear Analysis, Neolithic, Greater Poland.

RESUMEN El artículo presenta los resultados de los análisis osteológicos, tipológicos y de microdesgaste de los útiles neolíticos de hueso recuperados del yacimiento 6 de Kopydłowo (provincia de Gran Polonia, Polonia). Este yacimiento se conoce por un pozo en el que se encontraron varios cuerpos óseos de cuernos de bóvido, un presumible resultado del trabajo neolítico del cuerno. Un análisis multi-aspectual reveló los tipos de materias primas utilizadas para la producción de instrumentos de hueso y proporcionó infor-

* Department of Archaeology, University of Sheffield. *mikolaj.lisowski@gmail.com*
** Institute of Archaeology, Adam Mickiewicz University in Poznań. *pyzewicz@amu.edu.pl*
*** Institute of Prehistoric Archaeology, Department of History and Cultural Studies, Freie Universität Berlin. *m4teuszfrankiewicz@gmail.com*
Fecha de recepción: 30-06-2016. Fecha de aceptación: 9-02-2017.

mación sobre cómo se trabajaron y usaron las piezas. De 29 de 36 útiles se identificó el taxón faunístico. Todos los artefactos se hicieron con huesos de mamíferos, principalmente de ganado vacuno, de caprinos, ciervos y cerdos. Punzones y perforadores, utilizados para trabajar material orgánico blando, eran los tipos de instrumentos más comunes en el yacimiento. También se encontraron algunos raspadores y pulidores para el trabajo de la piel, así como espátulas, un hacha en forma de T, un cincel, un colgante y fragmentos de materia prima. La presencia de dos instrumentos hechos de huesos de mamíferos salvajes posiblemente contribuya a la discusión sobre los contactos entre los agricultores y los cazadores-recolectores durante el Neolítico.
Palabras clave: Útiles de hueso, Análisis osteológico, Análisis tipológico, Análisis de huellas de uso, Neolítico, Gran Polonia.

INTRODUCTION

The paper presents the results of a multi-aspect analysis of 36 artefacts made from animal bones and teeth showing traces of intentional working or use, recovered from Kopydłowo, site 6, in Greater Poland Province. The analysis aimed to identify the animal species the raw material came from, assign artefacts to morphological types, and determine the technology of production and possible uses. The investigations sought to determine the relationship between the raw material, the processing method and the use of particular tools, and their cultural affiliation.

The investigations are part of a broad study on a Neolithic settlement at Kopydłowo, site 6 (Lisowski *et al*. 2015; Marciniak *et al.,* 2015a). The site is located in the southern part of the Inowrocław Plain, in the western part of the Polish Lowland. The finds were mostly related to the Neolithic settlement – the Linear Band Pottery Culture (LBK), the Late Linear Pottery Culture (LBPC) and the Funnel Beaker Culture (TRB). Some remnants of a Bronze Age burial ground and Early and Late Medieval settlement were also registered (see Marciniak *et al*., 2015a). This paper discusses only bone artefacts recovered from the Neolithic features.

The earliest relics of the Neolithic settlement at Kopydłowo are two refuse pits attributed to the LBK, which yielded numerous artefacts (Marciniak *et al.*, 2015b). Radiocarbon dates and technostylistic analyses set them in the period spanning 5200–5000 cal BC, which corresponds with the classic phase of the LBK development in Kuyavia (see Marciniak *et al.*, 2015b). The site was occupied again by people connected with the classic horizon of the LBPC. The traces of LBPC occupation constitute a complex of household pits and perhaps by a foundation trench, a storage pit, where a dismembered skeleton of a sheep was found, and a funeral feature. The remnants of the TRB settlement included a post-built house, accompanied by pits used for storage and other agricultural activity, a pit-house and a group of storage pits, and refuse pits. Another cluster of TRB features consisted of a non-residential sunken structure accompanied by pits of various functions. Six radiocarbon dates were obtained, placing the TRB settlement within the range of 3651–3360 BC (95.4% probability) or 3641–3367 BC (68.2% probability), and the stylistic analysis of pottery makes it possible to link it with phases IIIB-IIIC (3550–3200 BC) (see Marciniak *et al.,* 2015b).

Possibly, the most interesting feature on the site was a TRB pit with a set of cattle, aurochs, and goat horn cores (extensively discussed in Lisowski 2014 and Lisowski 2015). Their placement inside the pit and numerous cut marks on bones indicating horn and skin removal suggest that the pit harboured horn working waste and possibly also fresh raw material. Artefacts made of horn were not found, if ever present, since their preservation is very improbable. What is more, the pit did not yield any artefacts made of animal hard tissues.

METHODS

Bones and teeth were identified according to widely accepted procedures for zooarchaeological analysis (see Lisowski 2015). The artefacts were grouped based on their morphology (Vitezović 2011, based on Camps-Fabrer 1966, and Stordeur 1988), and their function was determined by microwear analysis.

Microwear analysis was conducted according to the scheme proposed by Isabelle Sidéra and Alexandra Legrand (2006); this was expanded to include a model developed by one of the authors (see Frankiewicz, 2013). The study was conducted in the traceological laboratory in the Institute of Archaeology at Adam Mickiewicz University in Poznań.

The analyses were carried out using a dissecting XTST ZOOM microscope, offering smoothly adjustable 21x to 135x magnification, and a metallographic microscope Nikon LV150, enabling 50x to 500x zoom. Surface dirt and greasy marks were cleaned off the analysed artefacts by gently wiping them with 97% ethanol solution. Preliminary microscopic observations were made before the artefacts surfaces were thoroughly cleaned. Artefacts were viewed under 21x, 50x, 100x, 200x and 500x magnification, which enable a detailed identification of particular traces (gloss, linear traces, and fractures), some of which were recorded photographically and digitally processed. The interpretation of the obtained microscopic image of bone implements referred to the results of experimental studies conducted by the authors and the literature mainly focusing on the Neolithic tools (e.g. d'Errico 1995 *et al.*; LeMoine, 1997; Maigrot, 2003, 2004, 2005, 2010; Beugnier and Maigrot, 2005).

RESULTS OF ANALYSES

The analysed assemblage from Kopydłowo, site 6, is comprised of 34 bone and 2 teeth fragments: tools or simply worked specimens, showing traces other than related to butchery or consumption. Based on the context of discovery and dating, the specimens are attributable to the LBK, LBPC, and TRB cultures (table 1). Detailed data on particular tools and various stages of the *chaîne opératoire*, including the raw material selection, methods of working, shaping and use, is presented below.

TABLE 1
KOPYDŁOWO 6. INVENTORY OF TOOLS MADE OF OSSEOUS MATERIAL AND THEIR CULTURAL ATTRIBUTION

Type\Chronology	*LBK*	*LBPC*	*TRB*	*Unknown*	*Total*
Awl	3		2	4	9
Point	1	1	6	1	9
Unfinished needle (?)				1	1
Awl/Point	1			1	2
Chisel			1	1	2
Axe			1		1
Polisher		2	1	1	4
Spatula/Serrated tool	1		1		2
Punch		1	1		2
Raw material		1	1		2
Pendant				1	1
Unknown	1				1
Total	7	5	14	10	36

Raw material selection

Advanced processing and fragmentation hindered the identification of species and body parts of some Neolithic artefacts; however, all were made from mammal bones. Twenty-nine specimens were identified to their taxon (81% of the total number of artefacts): 20 were made from the remains of domestic mammals (69%) and nine from the remains of wild mammals (31%). Cattle remains were the most numerous; they comprised 25% of the assemblage (n = 9). These were followed by sheep/goat and red deer – both taxa were identified in 14% of the artefacts (n = 5) – and pig (11%, n = 4). Other species are much scarcer; roe deer (n = 2), wild boar (n = 2), horse (n = 1), and dog (n = 1). A few implements were made from bones of some unidentifiable animal species: either large mammals, the size of cattle or horse (n = 3), or medium-sized mammals, such as pig or caprines (n = 4).

Most artefacts were made from long bones (n = 19). Other body parts were used much less frequently: antlers (n = 6), ribs (n = 4), mandibles (n = 3), flat bones of pelvic or shoulder girdles, or teeth (both groups n = 2).

Unfortunately, due to the paucity of finds any relations between the cultural affiliation of tools and types of the type of raw material uses remain inconspicuous.

The morphology of tools

The distribution of tool types in specific cultural contexts (table 1) reveals very little difference between particular groups. Points seem to be represented in larger number in the TRB than in LBK, however the data is very scarce.

Bone tools were classified into six functional-typological groups, based primarily on their morphology (Vitezović, 2011, based on Camps-Fabrer, 1966, and Stordeur, 1988). These groups are:

Pointed tools (figs. 1, 2, 3, 4, and 5)

Pointed tools were the most common bone implements found at Kopydłowo 6 (n = 21). The subtypes include awls, points, and needles. The site yielded nine awls, produced either from long bones of medium-sized mammals, most often caprine metapodials, with handle at the distal epiphysis (fig. 1), or pig fibulae (fig. 1). Among tools produced from the remains of wild mammals, we identified only one awl made from roe deer ulna (fig. 2). The group of points included nine tools. Their tips were more massive than the awls', and were occasionally produced *ad hoc*, more carelessly, from fragments of broken bones left from meals (cf. Vitezović, 2011). They were made from caprine and cattle metapodials (fig. 4:5), pig and wild boar canines (fig. 2:5) and cattle mandible (fig. 3); one was made from the rib of a large mammal and one from cattle tibia (fig. 4:5). Massive points produced from cattle mandibles, with handles at the incisive part (fig. 3) were a found repeatedly at the site. Two pointed tools were assigned into the awl/point category. One was produced from sheep metacarpal (fig. 2), and the other from wild boar femur (fig. 4). The site did not yield any typical needles – with a hole and worked all around. We identified only a fragment of a long bone of a medium sized-mammal which shape resembles a needle half-product (fig. 4).

Cutting and striking tools (figs. 6 and 7)

Three tools of these types were found at the site. We distinguished two symmetrical chisels – longitudinal tools with blades located on the short edge. One is a flat implement from the caudal side of the shaft of horse metapodial; the other one, in 'boatlike' shape, was made from cattle pelvis (fig. 6). One T-shaped axe made from red deer antler was also recorded (fig. 7).

Polishing tools (figs. 5, 8, and 9)

Six artefacts fit into the polishing tool category, including four identified as polishers/scrapers, with different kinds of blunt edges. They were mostly

Fig. 1.—Kopydłowo 6. Awls. Top, caprine metapodials: 1, chronology unknown; 2, LBK/TRB; 3, chronology unknown. Bottom, pig fibulae: 4, TRB; 5, TRB. A – original magnification 100x; B – original magnification 50x.

Fig. 2.—Kopydłowo 6. LBK. Awls and points: 1, awl from pig metapodial II or V; 2, awl from a long bone of a medium size animal; 3, awl from roe deer ulna; 4, awl/point from sheep metacarpal; 5, awl from upper canine of female pig. A-C – original magnification 50x; D – original magnification 21x.

Fig. 3.—Kopydłowo 6. TRB. Awls from cattle mandibles with scheme of production (1-3). A – original magnification 50x.

Fig. 4.—Kopydłowo 6. Bone tools, unknown chronology: 1, awl/point from wild boar femur; 2, unfinished needle (?) from a long bone of a medium size animal; 3, pendant from dog metatarsal II; 4, point from caprine metacarpal; 5, awl from a long bone of a medium size animal. A – original magnification 50x.

Fig. 5.—Kopydłowo 6. LBK and TRB. Tools from bone and teeth: 1, point from cattle metatarsal, TRB; 2, point from cattle tibia, TRB; 3, point from a wild boar lower canine, TRB; 4, scraper/spatula from a rib of a large size animal, LBK. A – original magnification 50x; B – original magnification 100x.

Fig. 6.—Kopydłowo 6. Bone chisels: 1, flat chisel from horse metapodial, TRB; 2, „boatlike" shaped chisel from cattle illium, unknown chronology. A-B – original magnification 50x.

Fig. 7.—Kopydłowo 6. Artefacts from antler: 1, T-shaped axe from red deer antler, TRB; 2, raw material, roe deer antler with tines chopped off, TRB; 3, raw material, red deer antler with tines sawed off and basis chopped off the cranium, LPBC.

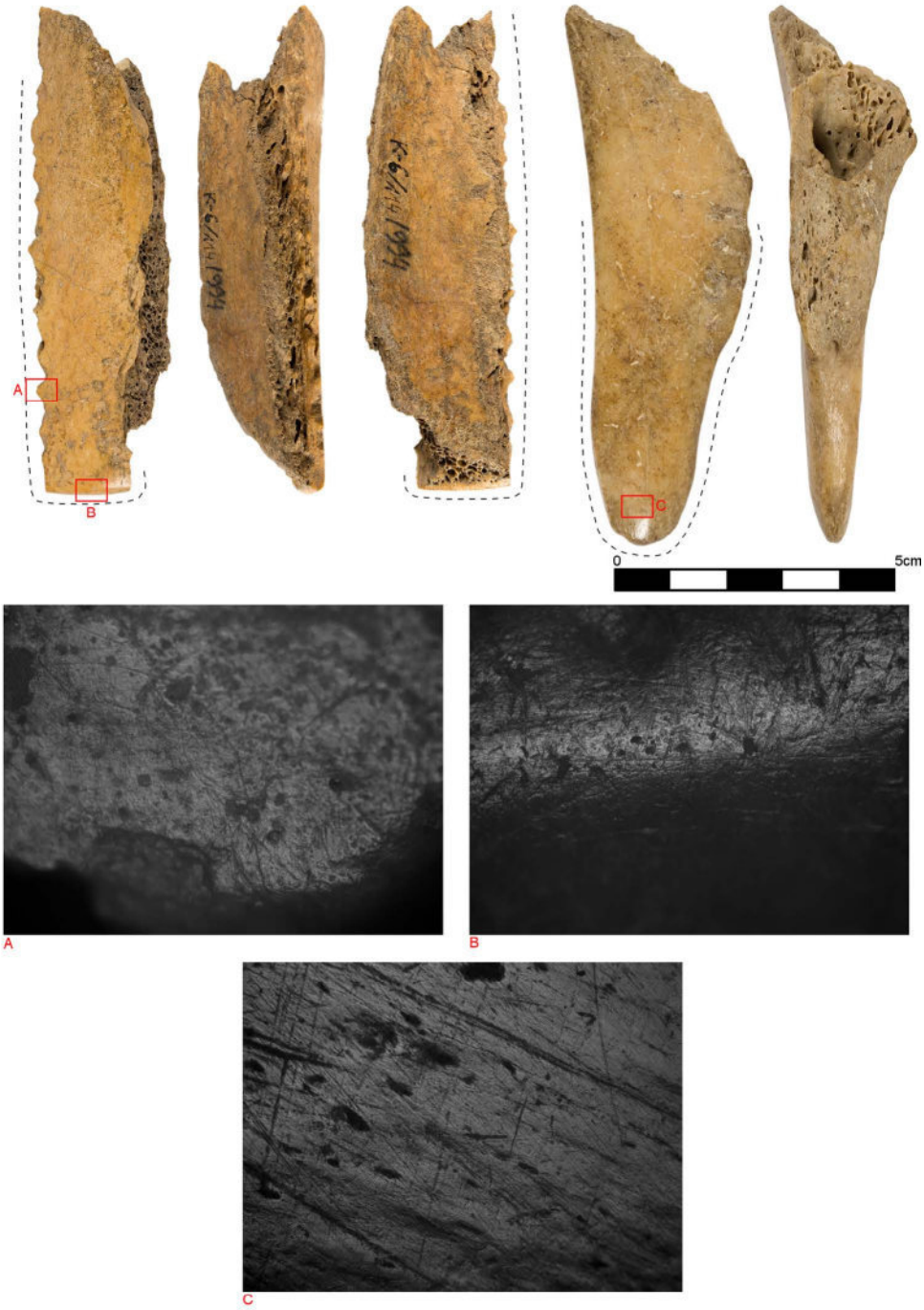


Fig. 8.—Kopydłowo 6. TRB. Polishing tools: 1, spatula/serrated tool from scapula of a large size animal; 2, polisher from cattle ulna. A – original magnification 100x; B-C – original magnification 50x.

Fig. 9.—Kopydłowo 6. Antler tools: 1, flint knapping punch, LBPC; 2, flint knapping punch, TRB; 3, Polisher, LBPC. A – original magnification 21x.

manufactured from the ribs of large and medium-sized mammals; one was made from red deer antler and one from cattle ulna (figs. 8, 9). Two specimens may be interpreted as spatulae. These were made from the rib (fig. 5) and scapula (fig. 8) of large mammals and both have a transverse fracture with rounded edges (cf. Choyke and Schibler, 2007). The scapula specimen has also a serrated side scraping edge.

Retoucheurs and punches (fig. 9)

Two artefacts belong to this category. Both are red deer antler punches.

Ornaments (fig. 4)

The site yielded one pierced pendant made from dog metatarsal.

Prepared raw material (fig. 7)

This category includes one red deer antler beam with a piece of chopped off skull and one shed roe deer antler. Both exhibit traces of cutting off tines.

Tool production and function

Microscopic analyses allowed us to get insights into the methods of production and use of a number of bone tools. A large part of the artefacts showed taphonomic traces resulting from the contact with the sediment, while antler and canines had traces of the ante-mortem use. In most cases, ante-mortem and postdepositional traces did not influence the state of surface preservation that would prevent the microwear analysis.

Thirty-two specimens showing potential traces of intentional processing and use were selected for detailed microscopic analysis. The analysis revealed how the tools were produced and used by the Neolithic communities.

Antler tools were made by cutting hard cortical bone around its circumference and breaking the remaining soft trabecular bone, a very common method in prehistory (Vitezović, 2011). Long bones were broken vertically through the epiphysis and diaphysis, in a manner similar to that described by Legrand (2005, p. 48). In the case of symmetrical and plain in shape metapodials, the technique produced two or four similar parts, suitable for making elongate pointed tools. Products were finished by shaving and grinding, as indicated by a number of linear striae located diagonally, less often perpendicularly or parallel to the axis of symmetry of the tools. Technological traces were usually mostly or completely obliterated by use-wear and postdepositional traces.

The bone tool assemblage recovered from the site consists mainly of pointed tools for working hides (e.g. piercing), wool (spinning, weaving) or plants (plaiting) (n = 12). Due to the similar nature of microscopic traces, unequivocal identification of the type of processed material is questionable.

Traces that attest to the contact with plants or wood were found on several other tools. Two chisels are characterised by intense gloss, which likely suggests that the chisels were used for woodworking or hide working (in favour for the last activity) (fig. 6). Linear traces, along the tools' edges, transverse to the working edges, indicate that they were used for scraping or planing. Another type of traces – associated with plant working, were found on a scraper/spatula, although it might have well been used for processing hides, not plants. Likewise, two forms of polishers were clearly used for processing plants or hides. Linear traces are suggestive of some transverse movement, relative to the tools' axis of symmetry. The third polisher was extensively used for hide working. Another specimen – a spatula/ a serrated tool – was most likely working animal soft tissue or its fur. Two tools that could be used for drilling/ reaming holes were also distinguished (Legrand, 2008).

We managed to identify two implements probably used for processing raw flint. This interpretation is uncertain due to the absence of preserved flint fragments in the structure of the antlers, which is believed to be the only conclusive evidence for the use of organic products to process raw flint (cf. Knarrström, 2001:38).

The only identified pendant exhibits traces of some contact with an organic material. These might have arisen as a result of wearing it for a long time (e.g. a contact with clothing).

In seven cases, the tool function was undeterminable, due to postdepositional factors or little distinctiveness of potential use-wear traces. Two specimens bore no use-wear traces.

DISCUSSION

Pointed tools, such as awls and points, make up the largest group of tools at the Kopydłowo settlement site. It is generally believed that awls were used for piercing hides (Campana, 1989; Lemoine, 1991) and in wattling (Olsen, 1979; Campana, 1989), while with more massive points people worked hard materials, such as wood, bone or antlers (Vitezović, 2011). The artefacts recovered from Kopydłowo usually exhibited features of having been used for working soft materials, such as plants and hides. It is noteworthy that the specimens are mostly small-sized.

Among common forms of pointed tools, noteworthy are sheep/goat metapodial awls, with the distal epiphysis serving as a handle (fig. 1) and a pig fibula awl with handle on the distal epiphysis (fig. 1). Both types were recovered from features attributable to the Funnel Beaker Culture. Specimens similar to the former group were found at several European sites, analogously dated (e.g. in France –Maigrot, 2003; 2005; Serbia –Vitezović, 2011; Romania –Beldiman *et al*., 2014; and Poland –Winiarska-Kabacińska and Makowiecki, 2004). These were used just like tools from Kopydłowo: to pierce soft materials, such as hides and textiles. They were also

utilised e.g. for bark or clay processing (Maigrot, 2003, 2005, 2010), yet such use is undocumented at Kopydłowo. Awls made of pig fibula are a frequent occurrence at Linear Pottery settlement sites, the Chasséen culture in France (Siderá, 2000; Maigrot, 2003) and in Polish Rzucewo (Makowiecki and Król, 1997). A few such tools found in Chalain in eastern France were used for piercing dry hides, thus similar to those from Kopydłowo (Maigrot, 2003, 2005).

People inhabiting the settlement site at Kopydłowo used also another type of pointed tools: large awls from cattle mandibles. A sunken featured building connected to Funnel Beaker culture (feature 4) produced as many as three of such artefacts. These were made from cattle mandibles, with handles in incisive part (fig. 3). The body of the mandible was broken parallel to the tooth row, and the edges of the fracture were intensely polished. Use-wear traces attest to the fact that these tools were used for working with soft organic material. The fractures of the tips in all three artefacts, including two impact fractures, indicate that the tools were used for puncturing – that is how the fractures probably occurred. In prehistoric times, mandibles were rarely utilised to produce larger tools. In the Early Bronze Age, bovine mandibles were used across the areas from Kazakhstan to Slovenia, Hungary and the Czech Republic to fashion 'thong-smothers' used in horsemanship as reins or whips (Olsen, 1999; Choyke, 2013). Their form and function were nevertheless completely different. They consisted of the body of the mandible, angle and ramus with a distinctive hole made in the bone at the site of the third molar (M3). Tools akin to awls recovered from feature 4 are not present in the literature, to the best of our knowledge.

Less frequent at the Kopydłowo settlement site, polishing tools are mainly represented by polishers. It is assumed that polishers were used for softening and polishing hides (Liesau von Lettow-Vorbeck, 1998; Maigrot, 2005) and polishing pottery (Martineau and Maigrot, 2004; Maigrot, 2010; Buc 2011). Out of few polishers excavated at the site, two were used for hide working. The third one, found in feature 36, layer VII, and attributable to the Late Linear Band Pottery Culture, was made of a split along antler fragment (fig. 9); it was likely used for processing plants, e.g. splitting fibres. Tools of this type are rare; the only known analogy from Starčevo (the Starčevo culture) is referred to as a spatula (Vitezović, 2014:fig.6). A very similar form notwithstanding, the implement showed completely different microwear, i.e. deep, overlapping linear traces that attest to its use for other purposes, e.g. polishing inorganic materials such as clay (Vitezović, 2014).

Noteworthy among excavated polishing tools are spatulae. Similar rib tools for scraping hides are frequent in Neolithic materials from different parts of Europe (Maigrot, 2005; Choyke and Schibler, 2007). One implement was made from the scapula of large mammal; one of its longitudinal edges was shaped into a serrated tool (fig. 8). Serrated tools made of blades were common at many prehistoric settlements, especially in Central Europe, e.g. in the materials of the Bernburg groups (Northe, 2001). Microscopic analyses revealed that such tools were used primarily for softening or removal of hair and bowel preparation. They were in use from the Neolithic up to the Pre-Roman Period. The shaping of the serrated edge remained unchanged in the Neolithic and some modifications are visible only in the Bronze

Age, when the serration was moved from the side to the distal part (Morgenstern, 2011). In this period, the raw material for the production of such tools did not change, and the idea to produce them survived well into the Early Middle Ages. For example, Polish Bodzia, site 6 yielded an implement with a shaped serrated edge made of deer antlers (Sobkowiak-Tabaka *et al.*, 2013:142, fig.6).

Though rare at the site, cutting and striking tools were extremely interesting. Noteworthy is a flat chisel made of horse metapodial (caudal side of the proximal part of the shaft) and a T-shaped red deer antler axe (fig. 6:7). Both were found in/or above feature 4, presumed to be related to the TRB. T-shaped axes are very common at Polish and European Mesolithic and Neolithic sites (Kabaciński *et al.*, 2014). Previous microwear analyses suggest that the shape of the cutting edge indicates that they were generally used for chopping wood (Jensen, 2001; Schibler, 2001; Maigrot, 2004; Pratsch, 2011).

Flat chisels of this type seem to be much scarcer on the Neolithic sites, but are known, e.g. from TRB features registered at Grabkowo, site 8, in Poland (Siewieryn-Mikulska, 2012), and Linear Pottery settlement sites from France (Sidéra, 2000). At the current stage of research on the function of Neolithic bone artefacts, an unequivocal determination of the purpose of this tool in general is problematic. The examined tool from Kopydłowo, based on documented traced, was presumably used for hide working (cf. Christidou and Legrand-Pineau 2005). This kind of artefacts played a supporting role during animal skinning, barking and wood-working (Winiarska-Kabacińska and Makowiecki, 2004).

The LBPC and TRB materials yielded two punches for flintworking. These tools are relatively frequent, e.g. at Balkan sites of the Starčevo culture (Vitezović, 2014) or Neolithic tools from France (Maigrot, 2005), but only few were registered in the Neolithic materials from Poland. This may be due to their low distinctiveness, which hinders proper identification. A microwear analysis of the two implements from Kopydłowo revealed how they were used based on the analogy with punches used in the experimental flint working (cf. e.g. Migal and Sałaciński, 1996; Pelegrin, 2006).

Bone artefacts from the settlement site at Kopydłowo include also two raw materials: red deer and roe deer antlers (fig. 7). They were deprived of tines in a manner characteristic of this material: the cortical bone of the outer part of the antlers was sawed around, the remaining cancellous bone was broken (Vitezović, 2011). A similar method was also used in the case of the aforementioned T-shaped axe. It is worth mentioning that the deer antler was obtained from a slaughtered individual, while the roe deer antler was shed naturally.

The settlement site at Kopydłowo yielded also one dog metatarsal pendant. It was found in a medieval feature 2, which was dug into a TRB sunken featured building (feature 4), thus the precise chronology of the artefact is uncertain. The hole was made by drilling with a sharp instrument from one side. A modified and expanded morphology of the edge of the hole attests to the fact that some cracks appeared during drilling and the hole was repaired.

Among others, two tools from Kopydłowo deserve some more attention. A rare point made from wild boar canine and an antler T-shaped axe, both found in the TRB

context, potentially may suggest some forms of connections with hunter-gatherer groups. The point it is made from the enamel of wild boar canine. One of its ends was polished or scraped to form a point with a working edge, possibly used as a scraper (fig. 5). No use-wear traces were recorded and thus the function of this tool is unknown. Similar tools were found at French Linear Pottery sites (Sidéra, 2000). Their occurrence in France is interpreted as an evidence of contacts and cultural and technological exchange between Linear Pottery communities and Mesolithic groups, among which such tools are a frequent occurrence (Sidéra, 2000). The Kopydłowo T-shaped axe (fig. 7) is one of many finds of this kind in the Polish Neolithic (cf. Kabaciński *et al.*, 2014). Research on the process of production of T-shaped axes shows a large variation among drilled holes (Grygiel, 2008; Kabaciński *et al*., 2014). There are differences between the holes in axes recovered from a Mesolithic site at Dąbki (that were oblong) and the holes pierced in axes from a Neolithic site at Bodzia, both in Poland (these were round; Kabaciński *et al*., 2014). In this context, the oblong shape of the hole in the axe from Kopydłowo is much closer to Mesolithic finds from Dąbki than to chronologically closer finds from the Neolithic Bodzia. We do know that the contacts between the Neolithic communities and post-Mesolithic hunter-gatherers occurred (e. g. Wierzbicki, 2013; Galiński, 2016; Kabaciński *et al.*, 2015; Czekaj-Zastawny and Kabaciński, 2017), and these two tools, the wild boar point and the T-shaped axe, may constitute the remains of those interactions. However, these vague and rather circumferential evidence may be too inadequate to draw inference from it about the influence of hunter-gatherers' societies on the people of TRB Kopydłowo.

CONCLUSIONS

Bone artefacts from the settlement site at Kopydłowo show a great variability in typology and function. Most common are pointed implements; other tool types are scarcer – cutting, striking, polishing tools, punches or ornaments. Their state of preservation and abrasive traces obstructed complete reconstruction of the technological process, however we were able to determine with certainty the final phases of treatment included shaving and grinding their surfaces. In many cases, it was also possible to determine the function of the specimens, which were usually used for processing hides and plants. The site yielded a relatively large variety of forms of tools, many commonly known across the Neolithic Europe, but some seem to have very few analogies on other sites. The analysis of bone tools from Kopydłowo have not revealed any relations between the cultural affiliation of artefacts and their morphological forms or types of raw material used to produce them, predominately due to the paucity of the data. Similarly, the link between artefacts made of hard animal tissues and the remnants of the presume horn working workshop recorded at the site is unknown. The site yielded raw material such as unused pieces of segmented antler, however no artefacts made of animal hard tissues were present in the pit associated with horn working.

REFERENCES

BELDIMAN, C., SZTANCS, D. M. and BARBAT, I. A. (2014): "Bone and antler artefacts from Starčevo-Cris culture in Transylvania, Romania: recent discoveries and microscopic analyses", *Archaeotechnology: studying technology from prehistory to the Middle Ages* (S. Vitezović, D. Antonović eds.), Belgrad, pp. 113–134.

BEUGNIER, V. and MAIGROT, Y. (2005): "La fonction des outillages en matières dures animales et en silex au Néolithique final. Le cas des sites littoraux des lacs de Chalain et Clairvaux (Jura, France) au 30e siècle avant notre ère", *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102:2, pp. 335-344.

BUC, N. (2011): "Experimental series and use-wear in bone tools", *Journal of Archaeological Science* 38, pp. 546–557.

CAMPANA, D. (1989): *Natufian and Protoneolithic bone tools. The manufacture and use of bone implements in the Zagros and the Levant*, British Archaeological Reports. International Series 494, Oxford.

CAMPS-FABRER, H. (1966): *Matière et art mobilier dans la préhistoire nord-africaine et saharienne*, Paris.

CHOYKE, A. M. (2013): "Hidden agendas: ancient raw material choice for worked osseous objects in Central Europe and beyond", *From these bare bones. Raw materials and the study of worked osseous objects* (Choyke, M. A. and O'Connor, S., eds.), Oxford, pp. 1-13.

CHOYKE, A. M. and SCHIBLER, J. (2007): "Prehistoric bone tools and the archaeozoological perspective: research in central Europe", *Bones as tools: current methods and interpretations in worked bone studies* (Gates St-Pierre, C. and Walker, R. B., eds.). British Archaeological Reports. International Series 1622, Oxford, pp. 51-65.

CHRISTIDOU, R. and LEGRAND-PINEAU, A. (2005): "Hide working and bone tools: experimentation design and applications", *From hooves to horns, from mollusc to mammoth: manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to the present. Proceedings of the 4th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group at Tallinn, 26th - 31st of August 2003* (Luik, H., Choyke, M. A., Batey, C. E. and Lougas, L., eds.), Tallinn, pp. 385-396

CZEKAJ-ZASTAWNY, A. and KABACIŃSKI, J. (2017): "Hunters and gatherers and first farmers", *The Past Societies. Polish Lands from the First Evidence of Human Presence to the Early Middle Ages. 5500-2000 BC* (Włodarczak, P., ed.), Warszawa, pp. 107-124.

D'ERRICO, F., GIACOBINI, G., HATHER, J., POWERS-JONES, A. H. and RADMILLI, A. M. (1995): "Possible bone threshing tools from the Neolithic levels of the Grotta dei Piccioni (Abruzzo, Italy)", *Journal of Archaeological Science* 22, pp. 537-549.

FRANKIEWICZ, M. (2013): *Aplikacja metody mikroskopowej analizy powierzchni materiałów kostnych i jej możliwości na przykładzie schyłkowo-paleolitycznych i mezolitycznych znalezisk z terenu dzisiejszej północnej Polski*, Archiwum IP, Poznań.

GALIŃSKI, T. (2016): *Protoneolit. Obozowiska łowieckie ze schyłku okresu atlantyckiego w Tanowie na Pomorzu Zachodnim*, Warszawa.

GRYGIEL, R. (2008): *Neolit i początki epoki brązu w rejonie Brześcia Kujawskiego i Osłonek. 2. Środkowy neolit. Grupa brzesko-Kujawska kultury lendzielskie*, Łódź.

JENSEN, G. (2001): "Macro wear patterns on Danish Late Mesolithic antler axes", *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space. Proceedings of the 2nd Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group* (Choyke, A. M. and Bartosiewicz, L., eds.), British Archaeological Reports. International Series 937, Oxford, pp. 165-170.

KABACIŃSKI, J., HARTZ, S., RAEMAEKERS, D. and TERBERGER, T. (eds.) (2015): *The Dąbki site in Pomerania and the neolithization of the North European Lowland (c. 5000-3000 cal BC)*, Rahden-Westf.

KABACIŃSKI, J., SOBKOWIAK-TABAKA, I., DAVID, E., OSYPIŃSKA, M., TERBERGER, T. and WINIARSKA-KABACIŃSKA, M. (2014): "The chronology of T-shaped axes in the Polish lowland", *Sprawozdania Archeologiczne* 66, pp. 29-56.

KNARRSTRÖM, B. (2001): *Flint - a Scanian hardware,* Lund.

LEGRAND, A. (2005): *Nouvelle approche methodologique des assemblages osseux du neolithique de chypre. Entre technique, function et culture*, PhD thesis, Université de Paris I, Paris.

LEGRAND, A. (2008): "Neolithic bone needles and vegetal fibres working: experimentation and use-wear analysis", *Prehistoric Technology: 40 years later. Functional Studies and the Russian Legacy* (Longo, L. and Skakun, N., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1783, Oxford, pp. 445-450.

LEMOINE, G. M. (1991): *Experimental analysis of the manufacture and use of bone and antler tools among the Mackenzie Inuit*, PhD thesis, University of Calgary, Alberta.

LEMOINE, G. M. (1997): *Use wear analysis on bone and antler tools of the Mackenzie Inuit*, British Archaeological Reports. International Series 679, Oxford.

LIESAU VON LETTOW-VORBECK, C. (1998): "El soto de Medinilla: faunas de mamíferos de la Edad del Hierro en el Valle del Duero (Valladolid, España)", *Archaeofauna* 7, pp. 1-215.

LISOWSKI, M. (2014): "Hides and horn sheaths: A case study of processed skulls and horn cores from the Early-Middle Neolithic site of Kopydłowo 6, Poland", *Assemblage PZAF*, pp. 31-41.

LISOWSKI, M. (2015): "Materiały zooarcheologiczne ze stanowiska 6 w Kopydłowie", *Kopydłowo, stanowisko 6. Osady neolityczne z pogranicza Kujaw i Wielkopolski* (Marciniak, A., Sobkowiak-Tabaka, I. Bartkowiak, M. and Lisowski, M., eds.), Poznań-Pękowice, pp. 209-244.

LISOWSKI, M., PYŻEWICZ, K. and FRANKIEWICZ, M. (2015): "Analiza funkcjonalno-technologiczna artefaktów wykonanych z kości, poroża i zębów", *Kopydłowo, stanowisko 6. Osady neolityczne z pogranicza Kujaw i Wielkopolski* (Marciniak, A., Sobkowiak-Tabaka, I. Bartkowiak, M. and Lisowski, M., eds.), Poznań-Pękowice, pp. 245-264.

MAIGROT, Y. (2003): *Etude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animals: la station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France),* Thèse de doctorat, Université de Paris I, Paris.

MAIGROT, Y. (2004): "Les outils en matières dures animales utilisés pour le travail du bois à Chalain station 4 (Néolithique final, Jura)", *Approches fonctionnelles en Préhistoire. Actes du XXVe Congrès Préhistorique de France* (Bodu, P. and Constantin, C., dirs.). Paris, pp. 67-82.

MAIGROT, Y. (2005): "Ivory, bone and antler tools production systems at Chalain 4 (Jura, France), late Neolithic site, 3rd millennium", *From hooves to horns, from mollusc to mammoth: manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to the present. Proceedings of the 4th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group at Tallinn, 26th - 31st of August 2003* (Luik, H., Choyke, M. A., Batey, C. E. and Lougas L., eds.) Tallin, pp. 113-126.

MAIGROT, Y. (2010): "Étude comparative de deux séries d'outils en os impliqués dans la production céramique néolithique du Jura: Clairvaux XIV (Néolithique moyen) et Chalain 4 (Néolithique final)", *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 107:4, pp. 737-753.

MAKOWIECKI, D. and KRÓL, D. (1997): "Bone and antler artefacts in the Rzucewo settlement", *The built environment of coast areas during the Stone Age. The Baltic sea-coast landscapes seminar. Session no. 1* (Król, D., ed.), Gdańsk, pp. 167-173.

MARCINIAK, A., SOBKOWIAK-TABAKA, I., BARTKOWIAK, M. and LISOWSKI, M., (Eds.) (2015a): *Kopydłowo, stanowisko 6. Osady neolityczne z pogranicza Kujaw i Wielkopolski,* Poznań-Pękowice.

MARCINIAK, A., SOBKOWIAK-TABAKA, I., BARTKOWIAK, M. and LISOWSKI, M. (2015b): "Osady społeczności neolitycznych w Kopydłowie 6. Zajęcia gospodarcze, pożywienie i wytwórczość", *Kopydłowo, stanowisko 6. Osady neolityczne z pogranicza Kujaw i Wielkopolski* (Marciniak, A., Sobkowiak-Tabaka, I., Bartkowiak, M. and LISOWSKI, M., eds.) Poznań-Pękowice, pp. 327-343.

MARTINEAU, R., MAIGROT, Y. (2004) : "Les outils en os utilisés pour le façonnage des poteries néolithiques de la station 4 de Chalain (Jura, France)", *Approches fonctionnelles en Préhistoire: XXVe Congrès préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000* (Bodu, P. and Constantin C., eds.) Paris, pp. 83-95.

MIGAL, W. And SAŁACIŃSKI, S. (1996): "Eksperymentalne wytwarzanie siekier z krzemienia pasiastego", *Studia nad gospodarką surowcami krzemiennymi w pradziejach* 3, pp. 121-139.

MORGENSTERN, P. (2011): "Typical hide working tools from the late Bronze Age of Moldova", *Written in Bones. Studies on technological and social contexts of past faunal skeletal remains* (Baron, J. and Kufel-Diakowska, B., eds.), Wrocław, pp. 165-172.

NORTHE, A. (2001): "Notched implements made of scapulae – still a problem", *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space. Proceedings of the 2nd Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group* (Choyke, M. A. and Bartosiewicz, L., eds.), British Archaeological Reports. International Series 937, Oxford, pp. 79-82.

OLSEN, S. (1979): "A study of bone artefacts from Grasshopper Pueblo, AZ P:14:1", *The Kiva* 44:4, pp. 341-371.

OLSEN, S. (1999): "The importance of thong-polishers at Botai, Kazakhstan", *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space. Proceedings of the 2nd Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group* (Choyke, A. M. and Bartosiewicz, L., eds.), British Archaeological Reports. International Series 937, Oxford, pp. 197-206.

PELEGRIN, J. (2006): "Long blade technology in the Old World: an experimental approach and some archeological results", *Skilled production and social reproduction: aspects of traditional stone-tool technologies. Proceedings of a symposium in Uppsala, August 20–24, 2003* (Apel, J. and Knutsson, K., eds.), Uppsala, pp. 37-68.

PRATSCH, S. (2011): "Mesolithic antler artefacts in the North European Plain", *Written in Bones. Studies on technological and social contexts of past faunal skeletal remains* (Baron, J. and Kufel-Diakowska, B., eds.), Wrocław, pp. 79-92.

SCHIBLER, J. (2001): "Experimental production of Neolithic bone and antler tools": *Crafting Bone: Skeletal Technologies through Time and Space. Proceedings of the 2nd Meeting of the (ICAZ) Worked Bone Research Group* (Choyke, A. M. and Bartosiewicz, L., eds.), British Archaeological Reports. International Series 937, Oxford, pp. 49-60.

SIDÉRA, I. (2000): "Animaux domestiques, bêtes sauvages et objets en matières animals du Rubané au Michelsberg. De l'économie aux symboles, des techniques à la culture", *Gallia Préhistoire* 42, pp. 107-194.

SIDÉRA, I. and LEGRAND, A. (2006): "Tracéologie fonctionnelle des matières osseuses: une méthode", *Bulletin de la Société Préhistorique française* 103:2, pp. 291-304.

SIEWIARYN-MIKULSKA, M. (2012): "Kultura pucharów lejkowatych", *Opracowanie wyników badań archeologicznych w Grabkowie, stan. 8 (AUT 129), gm. Kowal, woj. kujawsko-pomorskie, na trasie budowy autostrady A1. Część 1* (Kaczor, W., Kurzyk, K., Okupniak, M., Sadowski, J., Siewieryn-Mikulska, M., Różański, A., Żółkiewski, M. and Czarnecka-Kaczor, K., eds.), Archiwum Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań, pp. 115-119.

SOBKOWIAK-TABAKA, I., BOBROWSKI, P. and HURNOWICZ, A. (2013): "Bodzia, stan. 6. Osadnictwo społeczności kultury później ceramiki wstęgowej", *Bodzia, stan. 6, Witoldowo, stan. 1, Śliwkowo, stan. 4. Archeologiczne badania ratownicze na trasie autostrady A1 w woj. kujawsko-pomorskim* (Kaczor, W. and Żółkiewski, M., eds.), Poznań, pp. 51-145.

STORDEUR, D. (1988): *Outils et armes en os du gisement natoufien de Mallaha (Eynan), Israel,* Paris.

VITEZOVIĆ, S. (2011): "The Neolithic Bone Industry from Drenovac, Serbia": *Written in Bones. Studies on technological and social contexts of past faunal skeletal remains* (Baron, J. and Kufel-Diakowska, B., eds.), Wrocław, pp. 117-136.

VITEZOVIĆ, S. (2014): "Antler as raw material in the Starčevo culture: *Archaeotechnology: studying technology from prehistory to the Middle Ages* (Vitezović, S. and Antonović, D., eds), Belgrad, pp. 151-176.

WIERZBICKI, J. (2013): *Wielka kolonizacja. Społeczności kultury pucharów lejkowatych w dorzeczu środkowej Warty: koniec V – poł. III tys. BC*, Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich, Oddział w Poznaniu, Poznań.

WINIARSKA-KABACIŃSKA, M. and MAKOWIECKI, D. (2004): "Analiza technologiczna i funkcjonalna zabytków kościanych z osad ludności kultury pucharów lejkowatych w Piekach i Bachorach, woj.kujawsko-pomorskie", *Od długiego domu najstarszych rolników do dworu staropolskiego* (Bednarczyk, J. and Kośko, A. (eds.), Poznań, pp. 553-565.

NUEVOS APORTES DESDE LA EXPERIMENTACIÓN AL ESTUDIO FUNCIONAL DEL UTILLAJE ÓSEO NEOLÍTICO

New contributions from experimentation to functional study of the Neolithic bone tools

MILLÁN MOZOTA *, MIRIAM DE DIEGO **, IZARO QUEVEDO *** y JUAN F. GIBAJA *

RESUMEN En este trabajo abordamos el estudio del utillaje óseo desde un punto de vista funcional, a partir de la obtención y uso de una serie de utensilios experimentales (punzones y espátulas). Dichos materiales forman una creciente colección de referencia funcional y se utilizan en el análisis de utillaje procedente de varios yacimientos neolíticos del Noreste de la Península Ibérica. Nuestro objetivo es contrastar las hipótesis que hemos formulado sobre los materiales arqueológicos, mediante la comprobación de los datos de forma empírica, gracias a la experimentación. Este tipo de estudios están dirigidos a entender mejor el papel funcional y técnico del utillaje óseo.

Palabras clave: Neolítico, huellas de uso, funcional, tecnología, experimental, manufactura.

ABSTRACT In this paper we study the bone tools from a functional point of view, through the collection and use of a series of experimental tools (awls and spatulas). These materials form a growing functional reference library, and are used in the analysis of tools from several Neolithic sites in the N-E of the Iberian Peninsula. Our aim is to test the hypotheses we have made on archaeological materials, by checking the data empirically through experimentation. Such studies are aimed to better understand the functional and technical paper bone tools.

Key words: Neolithic, use-wear analysis, functional, technology, experimental, manufacture, Iberian Peninsula.

* Departamento de Arqueología y Antropología de la IMF-CSIC. *millanm@imf.csic.es*, *jfgibaja@gmail.com*

** Departamento de Prehistoria de la UAB.

*** Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Fecha de recepción: 10-05-2016. Fecha de aceptación: 13-12-2016.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo nace de la convergencia de los campos de estudio de varias investigadoras e investigadores, y de sus problemáticas arqueológicas. Surge al plantearse los distintos autores y autoras la necesidad de diseñar y realizar una serie de programas experimentales relacionados con la función de los instrumentos. Esos programas sirven como elemento de comparación con los materiales neolíticos, y también para contrastar nuestras hipótesis funcionales; y en último término, como parte del método de inferencia científica, en su significado más general. Los principales proyectos de los que forman parte las investigaciones mencionadas son los siguientes: En primer lugar, un proyecto de excavación e investigación del asentamiento neolítico de la Draga y su entorno (HAR2012-38838-C02-01/02), en segundo lugar, un proyecto de investigación sobre las sepulturas neolíticas del Noreste peninsular (HAR2011-23149), y por último la tesis doctoral en curso de Miriam de Diego. Todas estas investigaciones tienen en común, entre otros puntos, la importancia del utillaje en hueso entre los materiales estudiados, así como un enfoque tecnológico y funcional en el estudio de los instrumentos de trabajo de las sociedades neolíticas.

Como hemos mencionado, las distintas líneas de investigación citadas convergieron en la necesidad de realizar experimentaciones sistemáticas y con rigor científico, para contrastar nuestras hipótesis de trabajo sobre la función de los distintos conjuntos de utillaje considerados. Con esa perspectiva, se decidió unificar nuestros esfuerzos y trabajar en el diseño y realización de un programa experimental más amplio y general. Dicho programa permitiría abordar nuestras problemáticas particulares, a la vez que generar colecciones de referencia más amplias y generales, e interrelacionar y comparar con un lenguaje y una base comunes, nuestros trabajos. En la actualidad, nuestro programa experimental ya ha permitido generar una creciente colección de referencia y disponemos de unos primeros resultados de investigación, muy prometedores, que expondremos en los siguientes apartados de este trabajo.

A continuación se detallan brevemente los principales contextos de estudio que motivaron el planteamiento de nuestro programa experimental. No deben verse como elementos estancos, ya que nuestros estudios se benefician de interacciones y comparaciones constantes, que son establecidas a través de las herramientas de investigación que los abarcan transversalmente (como el propio programa experimental).

El poblado Neolítico de la Draga

La Draga (Banyoles, Cataluña) es un poblado lacustre del Neolítico Antiguo (5300-4900 cal BC). En este yacimiento se han documentado dos fases de ocupación (Bosch, Chinchilla y Tarrús, 2000, 2011; Palomo *et al*., 2014). La más antigua se ha mantenido por debajo del nivel freático desde el período neolítico, favoreciendo la preservación de la materia orgánica, mientras que la más reciente está ligeramente por encima de dicho nivel y afecta al estado de conservación de los materiales. En el

nivel más antiguo se han recuperado un gran número de objetos de hueso y madera, en un estado de conservación excelente. En su mayor parte se trata de grandes elementos constructivos de madera, pero también hay importantes conjuntos de utillaje en madera y, lo más relevante para el presente estudio, en hueso. Asimismo, han sido estudiados otros importantes conjuntos de utillaje en diferentes materias primas, tanto líticos (Gibaja, 2000; Palomo y Gibaja, 2001; Palomo *et al.,* 2011) como en concha (Clemente y Cuenca, 2011). De los utensilios en hueso y madera, algunos han sido propuestos como potenciales instrumentos de trabajo de la producción textil: punzones de hueso y posibles husos y/o lanzadera elaborados en madera (de Diego *et al*., en prensa).

Las sepulturas del Neolítico medio en el NE peninsular

En la zona a la que nos referimos existen importantes evidencias de enterramientos neolíticos desde finales del quinto milenio (cal BC), que se concentran en la primera mitad del cuarto milenio. Se conocen dos tipos básicos de tumbas, y ambos tienen que ver con diferentes distribuciones geográficas. El primer tipo lo forman tumbas en fosa excavadas en el suelo, localizadas especialmente en zonas cercanas a la costa mediterránea, y el otro tipo es el de las cistas de piedra, que se distribuye por las regiones del interior del nordeste de la Península Ibérica y en zonas de alta montaña. Estos dos tipos de enterramiento fueron en buena medida contemporáneos, en particular en el período entre 4000 y 3600 cal BC (Gibaja, 2003). Estos enterramientos han librado importantes conjuntos de utillaje, tanto lítico como óseo. Dicho utillaje, en términos generales, ha sido cuidadosamente seleccionado y en algunos casos, probablemente confeccionado, para ser depositado como ajuar funerario (Gibaja, 2003; Mozota y Gibaja, 2015; Masclans *et al.,* 2016).

Los inicios de la producción textil en el Neolítico

Las evidencias de los primeros textiles en sitios arqueológicos son escasas debido a la baja tasa de conservación de materiales orgánicos. Las fibras vegetales y animales se caracterizan por su fragilidad, siendo la preservación de lana aún más difícil debido a sus características físicas (Alfaro, 1984). Varios estudios indican que las fibras vegetales se utilizan en la confección textil en Europa desde el Neolítico, como se documentan en los yacimientos lacustres de Europa central (Barber, 1991; Capel *et al*., 1981; Ruiz de Haro, 2012; Jacomet, 2004; Médard, 2006). Los pesos de telar reniformes y fusayolas planas se difundieron por Italia septentrional, coincidiendo con la aparición de la cultura *Lagozza*, a lo largo de la primera mitad del IV milenio cal. a.C., es decir, entre el 4000 y el 3500 cal. BC (Baioni *et al.,* 2003). En la Península Ibérica, se han hallado fragmentos de tejido elaborados en lino, en enterramientos del Neolítico Tardío de la cuenca del río Cacín (Granada) (Capel *et al*., 1981), así como en yacimientos del periodo Calcolítico como la Cueva Sagrada

(Murcia) (Alfaro, 2005; Ribera y Obón, 1987) y en Los Millares (Almería) 2700 BC (Alfaro, 1984). La lana también aparece en contextos de la Edad del Bronce (Rodríguez-Ariza *et al.,* 2000).

Por otro lado, las herramientas que participan en la producción textil —generalmente elaboradas en cerámica, piedra, hueso o asta— se conservan más fácilmente en los sitios arqueológicos. En la Península Ibérica, varios yacimientos neolíticos han proporcionado herramientas potencialmente relacionadas con la producción textil. Uno de los sitios más conocidos es la Cueva de los Murciélagos, Granada, fechado en 5.200 a 4600 BC. (Cacho *et al*., 1996; Carrasco y Pachón, 2009). Allí, junto con fragmentos de cestería y tejidos de esparto, se hallaron espátulas, punzones de hueso y un posible urdidor de madera. En las minas de Gavà (Barcelona), del IV milenio cal BC, fue encontrado un peso con forma de media luna (tipo *Lagozza*,), lo que se ha asociado con una de las primeras evidencias del uso de telar en Cataluña. El contexto arqueológico de esta pieza permite situarla dentro del primer tercio del milenio citado (es decir, 4000-3667 cal BC) (Borrell y Bosch, 2012; Baioni *et al.,* 2003). En la Península Ibérica, la primera evidencia de fusayolas —en su mayoría hechas de cerámica y piedra—, se han fechado en el Neolítico Final (Martínez *et al.,* 1989; Martínez y Alcázar, 1992).

OBJETIVOS Y ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA EXPERIMENTAL

Preguntas arqueológicas

Nuestros trabajos experimentales se integran en el marco de estrategias de inferencia científica, para analizar, y dilucidar, distintas cuestiones tecno-funcionales del utillaje neolítico. Pero, y esto es lo más importante, dichas cuestiones no son genéricas o arbitrarias, sino que provienen de las preguntas de investigación que nos planteamos en el marco de las diferentes problemáticas que hemos esbozado en el apartado anterior.

Por ejemplo, en el caso del utillaje óseo neolítico de la Draga, nos preguntamos para qué actividades, en qué procesos, y con qué intensidad (y/o regularidad) se pusieron en uso las diferentes herramientas documentadas. Las respuestas a esas preguntas ayudarán a obtener una visión más completa de las actividades productivas, y en general, de la economía de estas sociedades del Neolítico Antiguo. Además, el estudio de la función del utillaje puede abrirnos una ventana a actividades productivas difícilmente documentables de cualquier otro modo. En ese sentido, para nuestro trabajo era de especial interés el estudio de una serie de útiles en hueso que, junto con otros similares y aún otros —hipotéticamente— complementarios en madera, pueden haber sido utilizados en distintas fases de una producción textil, en lana y/o en fibras vegetales. Por todo ello, resulta de vital importancia para nosotros el construir, a partir del programa experimental, un marco de inferencia y un referente comparativo apropiado para determinar el uso de los instrumentos que pudieron participar de la producción textil.

En el caso de las sepulturas del Neolítico Medio, la mayor parte de las herramientas óseas encontradas se pueden atribuir, con pocas dudas, a ajuares depositados intencionalmente junto con el difunto/a, con algunas piezas que podrían ser —o haber cumplido la función al menos coyuntural de— agujas de pelo o cierres de hipotéticas mortajas funerarias (Martín, 2009). No obstante, frente a estas interpretaciones, parece evidente que la gran mayoría de los objetos fueron simplemente instrumentos depositados como ajuar junto a los inhumados. Ahora bien, este hecho sigue abriendo muchas cuestiones de gran interés: ¿Se elaboraron estos objetos como herramientas que después se utilizaron, pero que finalmente acompañan al difunto en el enterramiento… o son algo diferente? ¿Tal vez son piezas asimilables a exvotos u otros objetos relacionadas con los ritos funerarios? Ambas posibilidades no son completamente excluyentes: Un objeto puede ser una herramienta, y después sufrir un proceso de remodelación, reciclado o reavivado, material o simbólicamente, y terminar en un contexto funerario como parte del ajuar. Y si resultan ser verdaderas herramientas, en ese caso pasa a ser muy relevante otra pregunta: ¿Para qué se usaron?

Programa experimental

La experimentación en arqueología es una herramienta de inferencia científica cuyos presupuestos y bases metodológicas han sido desarrollados en múltiples trabajos como los de Coles (1973, 1979), Reynolds (1994), Baena (1997) y Callahan (1999). Estos autores presentan la arqueología experimental como un mecanismo para proponer y testar (o falsar) hipótesis sobre la evidencia arqueológica. También señalan que, para tener verdadero rigor científico, las experimentaciones deben superar ciertos criterios de objetividad y control. Dichos criterios han servido para clasificar los tipos de experimentos en función de su grado de control y toma de datos (Callahan, 1999). En ese sentido, nuestro objetivo último es generar un programa experimental cuyo corpus principal cumpla las expectativas de los que Callahan llamó Nivel III de fiabilidad científica (*in*. scientific reliability); y Baena (1997) denomina *modelos rigurosos con alto control de las variables*. Sin embargo, desde una perspectiva práctica no era posible comenzar nuestros trabajos sin tener antes un conocimiento empírico amplio de los aspectos estudiados. Esto incluía el familiarizarse de forma suficiente con las propiedades mecánicas de los materiales, y también con las características más comunes de las distintas categorías de trazas que se generan durante la conformación y uso de las herramientas de hueso. Por ello nuestros trabajos comenzaron como una serie de experiencias exploratorias y experimentos con control parcial de las variables, en un proceso inductivo que nos ha permitido acotar las variables más significativas a la hora de realizar los experimentos y de analizar las huellas de uso. De este modo, el nivel de rigor científico en el control de las variables y toma de datos ha sido creciente y consciente, producto de una estrategia definida *a priori* por nosotros.

Aunque existen pocos trabajos sobre la función del utillaje óseo en la prehistoria, y aún menos para el Neolítico, es necesario mencionar los importantes estudios de

un pequeño número de especialistas que nos han precedido en este campo, cuyos resultados nos sirvieron como base para plantear nuestro programa experimental. De especial interés para nuestra investigación fueron los trabajos y publicaciones de Backwell y d'Errico (2005), Backwell, d'Errico y Wadley (2008), Buc (2011), Buc y Loponte (2007), Maigrot (1997, 2005), Sidera y Legrand (2007), Taha (2016) y Van Gijn (2007).

Todo el programa experimental fue organizado respondiendo a las necesidades de un programa de trabajos y análisis en distintas etapas sucesivas en el tiempo (fig. 1).

Al revisar los materiales de los contextos analizados, y de la bibliografía sobre dichos contextos y otros próximos en el tiempo y el espacio, desde el inicio nos quedó claro que los útiles en hueso del Neolítico peninsular pueden dividirse en dos grandes categorías funcionales:

Por un lado hay formas espatuladas, de sección plana u ovoide (o tendente a una de esas dichas formas) y con los bordes redondeados; estas formas se usan para alisar, flexibilizar, aplastar y espatular distintos materiales.

Y por otro lado, existen formas apuntadas que resultan apropiadas para perforar materiales y también para otras tareas que exigen una punta de precisión (como la

Fig. 1.—Esquema organizativo del programa experimental.

cestería o determinadas tareas de la producción textil). Por esto se decidió centrar el programa experimental en dichas categorías morfo-funcionales: Espátulas y punzones.

Ambos tipos de herramientas fueron utilizados, como veremos, en el programa experimental, en todo un abanico de tareas adecuadas a su morfología, y racionalmente plausibles en el marco cronológico del Neolítico peninsular.

Por supuesto existen otras categorías diferentes y específicas de útiles. Y existen clasificaciones tipológicas y tecno-morfológicas de notable alcance y detalle para distintos ámbitos de la Península Ibérica (Maicas, 2007; Benito, 1998), pero esas clasificaciones, que resultan absolutamente necesarias para otras problemáticas, no suponen una ventaja específica para nuestro enfoque por lo que no recurrimos a ellas.

En cuanto a los grupos propuestos en este trabajo, por detrás (y a cierta distancia) de ellos en número y difusión geográfica, encontramos un morfo-tipo de rasgos formales muy característicos, el de las cucharas de hueso (Benito, 1998). Y existen otras morfologías más o menos repetidas como las de las agujas. Pero aún con esas salvedades, lo cierto es que punzones y espátulas son, con diferencia, las categorías más numerosas y representativas en general, y también en los conjuntos de utillaje documentados en los yacimientos estudiados por nosotros.

Por estas razones, los tipos generales de punzones y espátulas fueron los elegidos a la hora de planificar la manufactura de los utensilios.

Por el momento hemos manufacturado todos los útiles de nuestras experimentaciones a partir de soportes en metápodos de ovicaprinos domésticos. Este tipo de soporte es muy abundante en todos los contextos arqueológicos estudiados, siendo especialmente común en las sepulturas del Neolítico Medio (fig. 2). La manufactura de estos útiles ha sido descrita en otro trabajo de reciente publicación (Mozota *et al.,* 2017) y es de interés el trabajo sobre materiales arqueológicos de Benito (2016).

Los trabajos de experimentación se realizaron con el hueso en estado fresco o semi-fresco (en la mayor parte de los casos); con la excepción de algún útil confeccionado en hueso seco. Nuestra serie experimental se compone, a fecha de redacción de este trabajo, de 12 punzones y 4 espátulas (figs. 2 y 3). Estos objetos han sido utilizados en un total de 45 experimentos (tabla 1), incluyendo los de configuración, y siendo la mayor parte de ellos secuenciales en el tiempo (p. e. se configura un punzón, se analiza; se utiliza 90 minutos, se analizan las huellas de uso dejadas por el trabajo realizado; se vuelve a utilizar, etc.).

Nuestro programa experimental está enfocado al estudio del uso de las huellas de uso en los instrumentos, pero también se estudian las trazas dejadas en la fase final de manufactura de dichas herramientas, lo que suele denominarse etapa de configuración (*fr*. "Façonnage"). Las huellas de fabricación que quedan en el útil antes de ser usado son de gran importancia porque determinan en gran medida el tipo de superficie y micro-topografía sobre la que se desarrollarán después las huellas de uso.

A la hora de concretar la organización diacrónica del programa experimental, en primer lugar se organizaron los experimentos cuyo estudio serviría para distinguir las herramientas utilizadas de las no utilizadas. Para ello se analizaron y documentaron las superficies potencialmente activas de las herramientas antes de ser puestas

Fig. 2.—Ejemplos de punzones arqueológicos y experimentales. 1, 2, 3: Ejemplos de punzones arqueológicos del Neolítico medio, en metápodo de ungulado de talla pequeña (1: Pla del Riu de les Marcetes, Manresa; 2: Can Gambús-1, Sabadell; 3: Puig d'en Roca, Girona). 4, 5, 6: Punzones experimentales en metápodo de *Capra aegagrus hircus*.

en uso, con distintos acabados que responden a nuestras observaciones *a priori* del material arqueológico. Dichos acabados fueron, por una parte, la abrasión del soporte contra piedra arenisca por frotación; y por otra parte, la realización de un pulimento cuidadoso con cantos de piedra naturales, de córtex liso y grano fino.

A continuación se consideraron otras variables en relación al uso: Duración de las tareas, materia trabajada y su estado concreto (fresco, seco, remojado, etc.), tipo general de acción y movimiento o gesto realizado. Además, y enlazando con lo explicado en el apartado anterior, estábamos interesados en documentar las dife-

TABLA 1
DETALLE DE LOS 45 EXPERIMENTOS REALIZADOS

Detalle de los experimentos realizados			
		Número de experimentos	
MANUFACTURA			
Útiles		*Punzones*	*Espátulas*
Configuración (abrasión con arenisca)		12	4
Finalización (acabado fino pulimentado)		3	—
USO			
Material vegetal	Corteza abedul	4	—
	Fibras lino	1	—
Materia animal	Lana	4	—
	Piel	4	1
Pasta cerámica		6	6

Fig. 3.—Trabajos experimentales. 1: Conformación de un punzón por abrasión contra laja de arenisca. 2: Perforación con punzón, rotatoria, de pasta cerámica semi-seca. 3: Perforación con punzón, por punción, de piel seca rígida y gruesa, remojada. 4: Trabajo de fibras vegetales con punzón, prensado de trama.

rencias en el desarrollo de las huellas de uso cuando: (a) se aplicó un pulimento de finalización de la herramienta, y (b) en los casos en que sólo hubo una abrasión con arenisca para dar forma al soporte.

En cuanto a las materias trabajadas (tabla 1), por el momento se han realizado experimentos con materiales de origen vegetal (corteza de abedul y fibras de lino hiladas), origen animal (piel y lana), y pastas cerámicas con desgrasantes típicos del Neolítico (hueso, calcita y cuarzo molidos). La corteza de abedul es un material utilizado a lo largo de toda la cronología neolítica, en un extenso contexto geográfico, para crear una amplia panoplia de útiles y especialmente contenedores, así como en procesos de reducción para crear pegamentos (Hurcombe, 2014).

El estado de las materias primas (fresco, seco, remojado, a *dureza de cuero* en el caso de las cerámicas, etc.) se ha variado y registrado en cada caso para aumentar la capacidad comparativa y determinar qué aspectos son más relevantes en la formación y caracterización de las huellas de uso.

Nuestra dinámica de investigación ha supuesto que, mientras realizábamos los trabajos experimentales, sobre diferentes materias primas y con los distintos instrumentos, se llevaba a cabo también la observación de los materiales desde la perspectiva del análisis y determinación de las huellas de uso. De este modo, se establece una relación dialéctica que permite acotar las variables, perfeccionar los modos de registro, y desarrollar criterios más unívocos y generales para la determinación del uso a partir de las trazas observadas.

En este sentido, nuestro trabajo ha seguido los principios generales del análisis funcional, a partir de los trabajos fundacionales de Semenov (1964), con especial importancia de las precisiones metodológicas de González e Ibáñez (1994). Desde la perspectiva específica del análisis de instrumentos en materia ósea, se han tomado en consideración las indicaciones metodológicas de Clemente *et al*. (2002) y Moreno y Clemente (2010); y, en el marco más general, las clasificaciones del reciente trabajo de síntesis de Bradfield (2015).

Con este bagaje metodológico, se registraron en primer lugar los rasgos distintivos de los diferentes estigmas y alteraciones relacionadas con la manufactura, en concreto con la configuración de las zonas activas de las herramientas, e incluyendo las alteraciones últimas del pulimento para la finalización de los objetos. Posteriormente, se han documentado y analizado las huellas de uso de los diferentes instrumentos óseos, en relación a las variables consideradas en los experimentos. La metodología de observación se organiza en dos fases principales: Una primera observación general a bajos aumentos (5x-60x) utilizando lupas binoculares que permiten el estudio de las macro-trazas de uso y la localización de las zonas que albergan micro-trazas observables a mayores aumentos. Y, en segundo lugar, una observación con microscopios metalográficos de luz reflejada (50x-500x) para el análisis de las micro-trazas de uso. En ambos casos, se realiza un registro fotográfico exhaustivo de las huellas, para lo que se utilizan cámaras fotográficas *ad hoc* (p.e. modelos réflex digitales con software de video en vivo para el control directo desde un ordenador personal) o específicas de microscopía (p.e. modelos DFC de Leica Microsystems).

RESULTADOS

Los resultados provisionales de nuestro programa experimental son muy prometedores, y también han sido de inmediata aplicación a la determinación del uso en los instrumentos arqueológicos, y además han servido para generar una creciente colección de referencia de utillaje óseo (que se incrementará con el futuro desarrollo de nuestros trabajos).

En cuanto a las tareas de conformación y finalización de los útiles, se han podido determinar y describir con detalle los rasgos más relevantes de las huellas que dejan este tipo de trabajos, a distintas escalas macro y microscópicas (fig. 4). Esta caracterización de los estigmas permitirá, tras la aplicación al material arqueológico, poder determinar con mayor precisión los casos de útiles que fueron fabricados pero

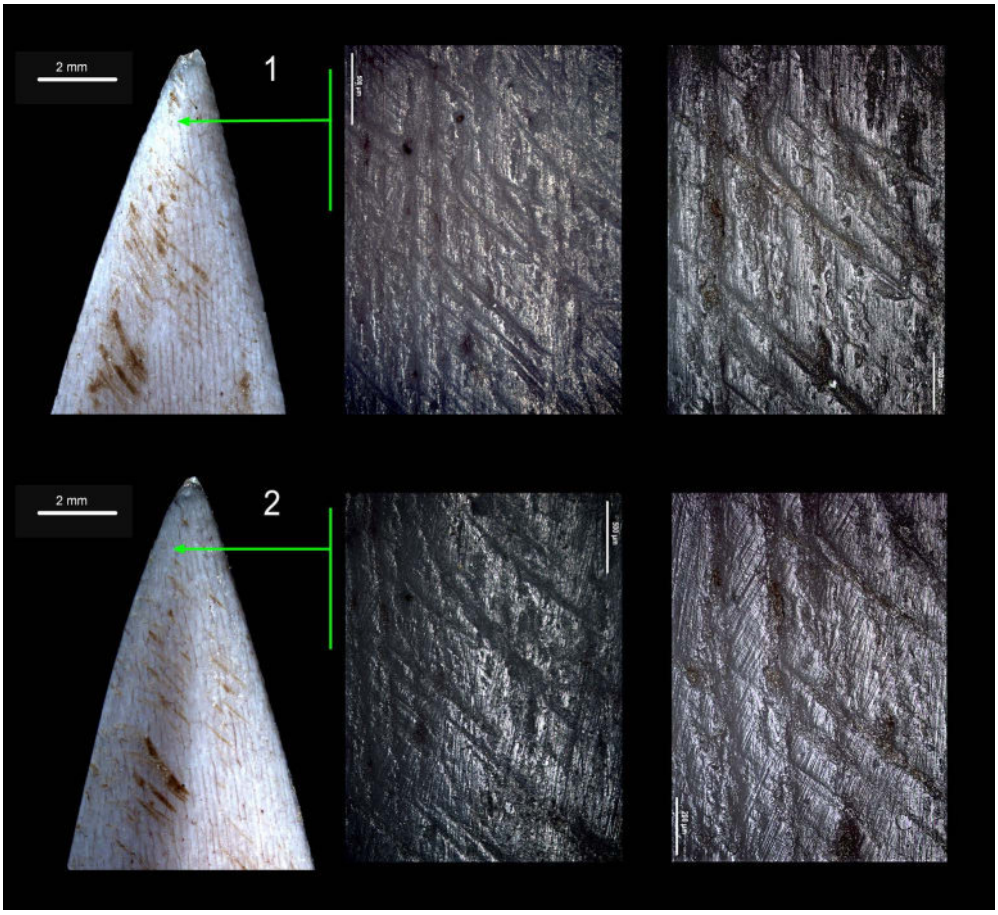


Fig. 4.—Trazas macro y microscópicas de elaboración en el punzón P5. 1: Trabajos de conformación por abrasión con arenisca. 2: Trabajos de finalización mediante pulimentado usando un canto lítico con la cortical lisa.

no llegaron a usarse, o que sufrieron un reavivado o reciclado, pero por cualquier razón no volvieron a usarse, y quedaron amortizados en el contexto arqueológico.

Los experimentos de uso con las distintas herramientas se llevaron a cabo, como se ha explicado, en una estrategia de control creciente de la experimentación y sus variables, a la vez que dichas variables se iban modificando o simplificando para aislar y caracterizar aquellas de mayor interés para la determinación del uso, de una forma fiable, y que después pudieran ser utilizadas con garantías en la comparación con el material arqueológico.

Como cabía esperar, las tareas típicas que se realizan con las dos grandes categorías de útiles elegidas por nosotros (punzones y espátulas) definen y caracterizan varios aspectos de las trazas de uso que se forman, en particular los que tienen que ver con las áreas donde se concentran las huellas, y también con los indicadores de las cinemáticas o direcciones del movimiento del útil (y/o la materia trabajada) durante los trabajos. Así, en las espátulas o formas espatuladas, en general los movimientos son en trayectorias amplias predominantemente laterales, con frotación y arrastre (para alisar, espatular, flexibilizar, redondear, etc.). Por ello las evidencias de uso se concentran en los biseles cercanos a la zona apical y en las áreas planas adyacentes a dichos biseles. A partir de esa distribución común, las combinaciones específicas de gestos en los trabajos causarán más huellas de uso en una cara o la otra, una zona del bisel o la opuesta, etc. Por otro lado, en los punzones o formas apuntadas, los trabajos son de perforación, lo que puede significar una punción recta, un movimiento rotatorio o una combinación de ambas. En este caso las huellas se concentran en el extremo apical del objeto, con una distribución de las trazas amplia sobre la superficie activa. Además, las trazas se suelen concentrar o estar más desarrolladas en los puntos destacados de la sección del objeto: es decir, en la punta del ápice, pero también en los laterales de la zona apical. Por ejemplo, si el punzón tiene una sección rectangular u ovalada, las huellas tenderán a concentrarse en los extremos o aristas laterales, ya que es donde se ejerce mayor fricción al utilizar el objeto. En la observación microscópica, la orientación de las estrías, en relación al soporte, revelará la dirección o direcciones principales de los movimientos durante la utilización. De no haberla, aparecerán como caóticas y desorganizadas.

A continuación exponemos las principales observaciones relevantes para la determinación de las huellas de uso, que hemos realizado en nuestro estudio en curso del material experimental. Aunque el trabajo está en desarrollo, los estudios realizados ya son relevantes para el análisis de huellas de uso y amplían y completan las perspectivas y rasgos detallados por los anteriores trabajos que han abordado esta temática (Backwell, d'Errico y Wadley, 2008; Buc y Loponte, 2007; Chomko, 1975; Maigrot, 1997; Moreno y Clemente, 2010; Taha, 2016; Van Gijn, 2007).

En los trabajos con materias animales se distinguen claramente los trabajos con lana de los realizados sobre piel, y en cuanto a estos últimos se ha explorado algunas variaciones en la materia trabajada que producen huellas de uso notablemente distintas.

En los trabajos típicos con piel (fig. 5), cuando el uso está bien desarrollado, se observa un micro-pulido mate y muy ligeramente granulado o irregular. Este pulido

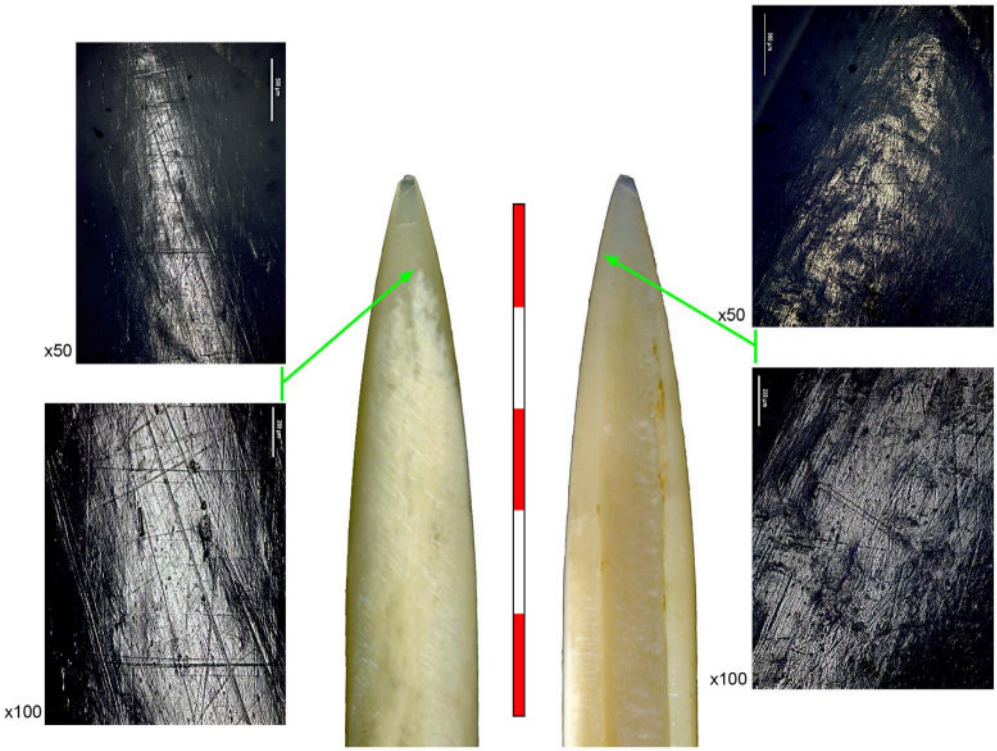


Fig. 5.—Huellas de uso sobre punzón; trabajo de perforar piel seca fina flexible, remojada; 25 minutos de uso.

suele ser extenso, redondea notablemente la micro-topografía del objeto, y cubre las zonas altas, medias y bajas de la misma. Las estrías tienden a ser largas (*sensu* Chomko, 1975), aunque no todas lo son, siendo estrechas y poco profundas, con perfil en "v" y fondo oscuro. Es habitual encontrar algunas estrías largas aisladas cuya terminación se puede asociar a las micro-depresiones del hueso. Tienden a ser ligeramente curvadas, en "cola de cometa". También hay otros ejemplos de este último tipo de estrías no asociados a micro-depresiones.

En otros trabajos con piel, sobre piezas con mayor grosor y rigidez, se observaron algunos aspectos diferentes de los mencionados anteriormente: El pulido tenía un aspecto más mate; y sobre todo se documentó un abundantísimo número de estrías orientadas en la dirección predominante de la cinemática de los trabajos, en general cortas y finas, y muy organizadas (paralelas o sub-paralelas entre sí).

En el caso de la otra materia de origen animal del programa experimental, la lana, los trabajos han producido unas huellas de uso muy características (fig. 6). El primer aspecto de interés es que, en general, las huellas de uso se desarrollan de una forma más lenta y progresiva que en otro tipo de trabajos. Cuando las huellas están bien desarrolladas, se observa un micro-pulido extenso con redondeamiento de la

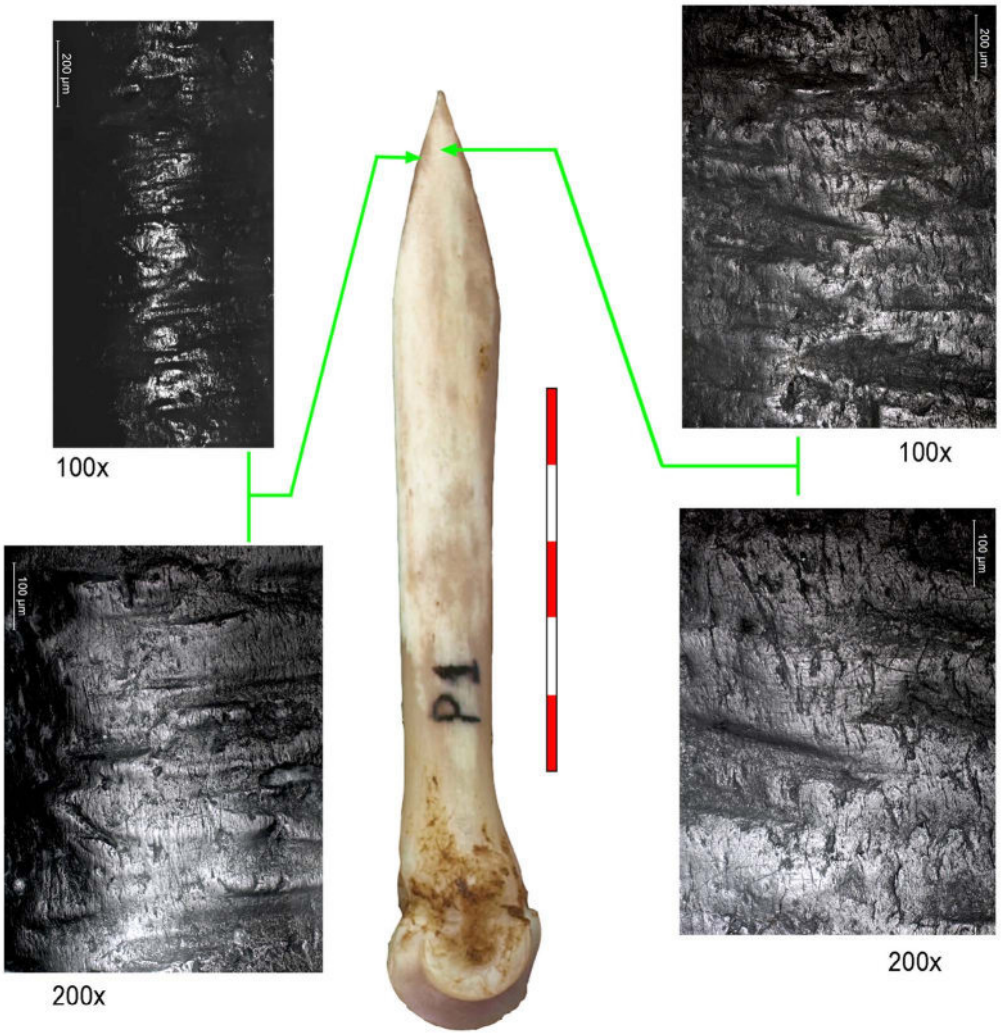


Fig. 6.—Huellas de uso sobre punzón; trabajo de lana: prensador de trama, seleccionador y separador de hilos; 180 minutos.

micro-topografía. Muestra un aspecto liso y un brillo mate. Comparado con el pulido generado por el trabajo de piel, el de lana es menos cubriente y las irregularidades de la micro-topografía no se alisan y redondean tanto. También se suelen observar abundantes estrías finas, cortas y poco profundas. Es relativamente común observar estrías y pequeños grupos de estrías asociadas a depresiones de la superficie ósea que tienen su interior menos afectado por el pulido.

En lo que se refiere a las materias de origen vegetal, en el programa experimental hemos trabajado sobre: fibras vegetales y corteza. En ambos casos, se desarrollaron huellas de uso notablemente distintas.

Las fibras vegetales generaron un micro-pulido brillante y liso, parcialmente redondeado y extenso (fig. 7). Dicho pulido alcanza las zonas altas y medias, pero apenas las bajas, de la micro-topografía (y se aprecia un contraste importante entre unas y otra). Se documentan pocas estrías, sin una dirección predominante, que suelen ser cortas, anchas y de fondo plano.

Por el contrario, en los trabajos sobre corteza el pulido es muy brillante, plano y de extensión limitada (fig. 8). Se concentra en las zonas altas de la micro-topografía,

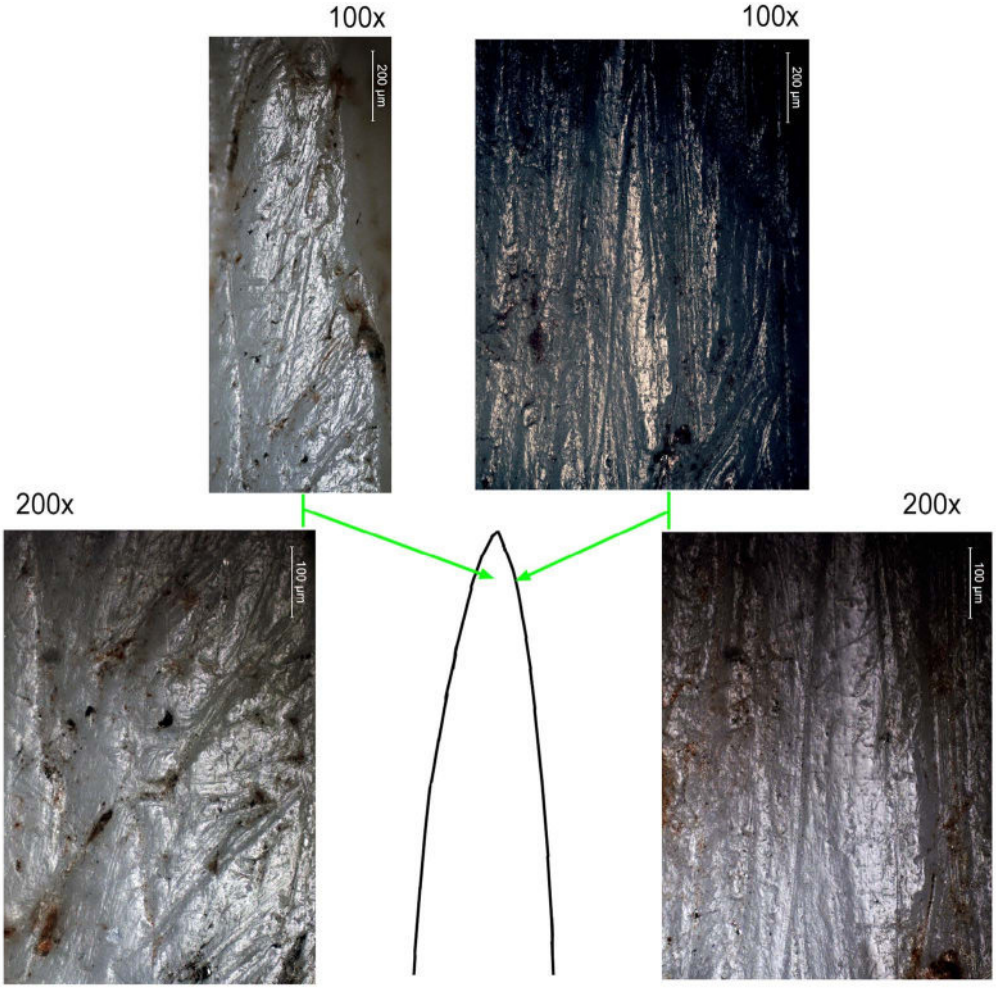


Fig. 7.—Huellas de uso sobre punzón; trabajo de lino: prensador de trama; 40 minutos.

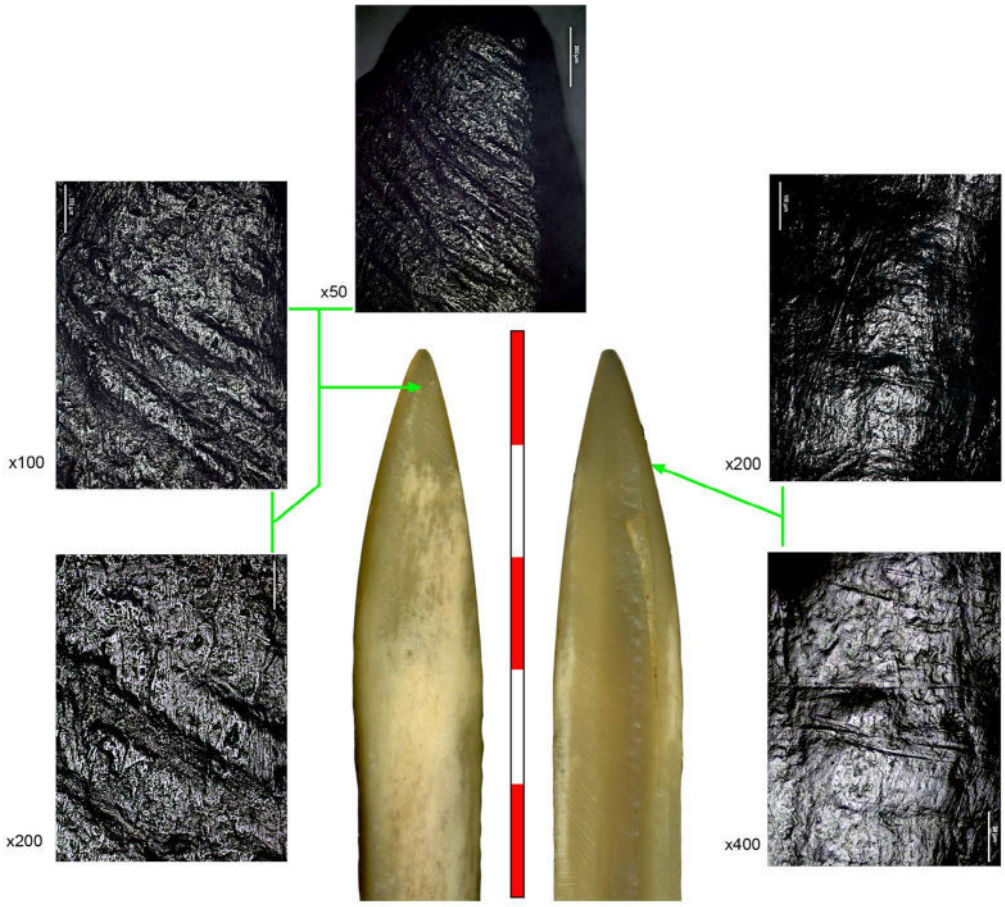


Fig. 8.—Huellas de uso sobre punzón; trabajo de perforar corteza de abedul fresca; 30 minutos de uso.

donde es muy brillante, y apenas alcanza las zonas medias, donde es más mate. Las estrías que se desarrollan tienden a ser cortas, anchas y poco profundas.

Finalmente los trabajos de cerámica también permitieron la caracterización de trazas diagnósticas (fig. 9), así como comprender la forma en que las variables consideradas (como el tipo de desgrasante, estado de la pasta, etc.) afectan a la formación de las huellas.

Por lo general los trabajos de hueso sobre cerámica dejan un micro-pulido extenso, de tendencia mate y ligeramente granulado. Muestra un aspecto más brillante en las zonas altas que en las medias y bajas de la micro-topografía. También hay abundantes estrías finas y cortas, y otras de grosores y longitudes variables. Los rasgos del pulido y el tipo de estrías varían significativamente en función del estado de humedad de la pasta cerámica, y también en función del tipo y el grosor del desgrasante incluido. Así, por ejemplo, la inclusión de fragmentos de cuarzo

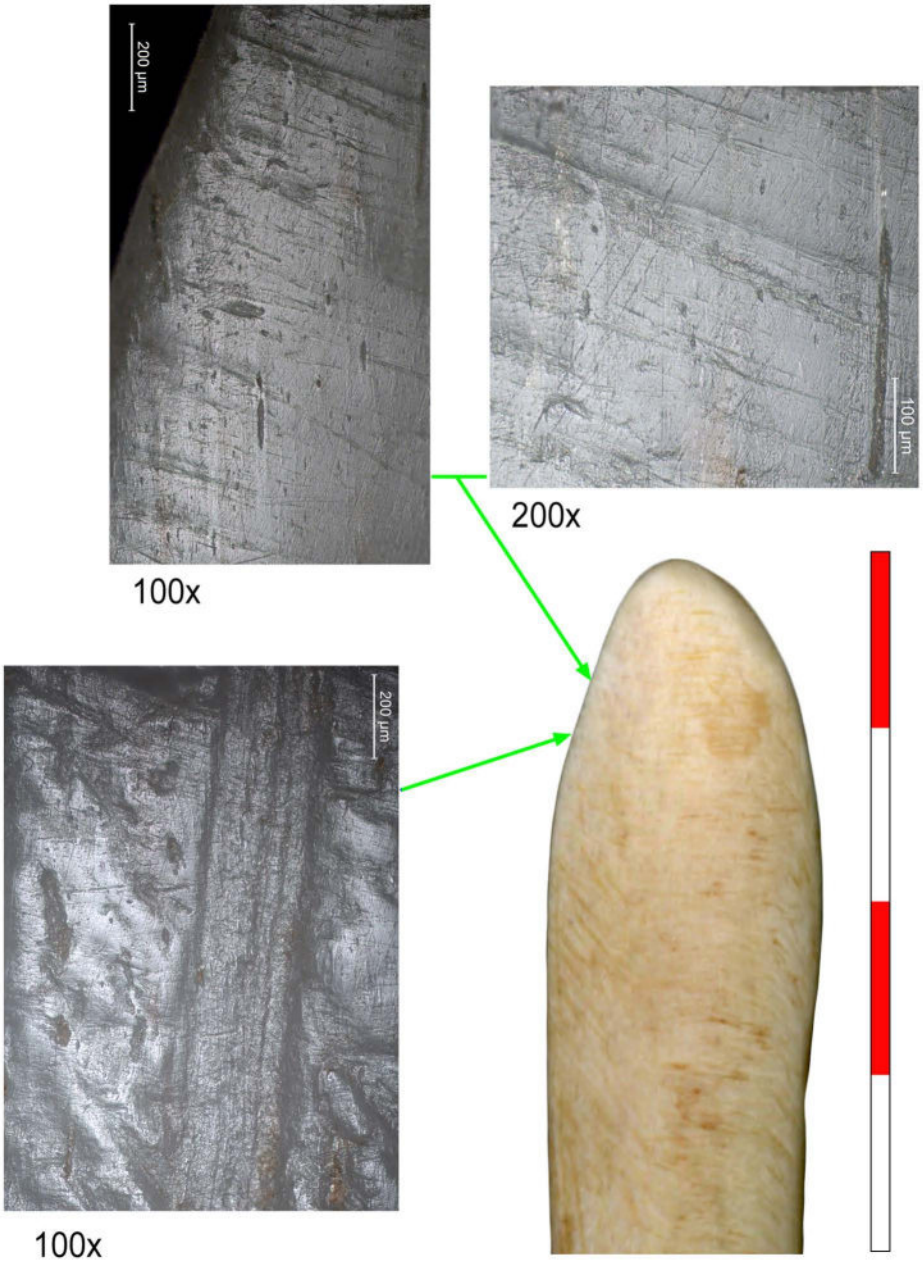


Fig. 9.—Huellas de uso sobre espátula; trabajo de alisar pasta cerámica a dureza de cuero (fabricación de vasijas); 95 minutos.

o calcita como desgrasante genera abundantes estrías, y los que son de naturaleza orgánica, incluido el hueso, producen menos estrías. La cerámica fresca, en general, tiende a generar un pulido de uso más brillante y homogéneo que las que presentan una pasta semi-seca o con *dureza de cuero*.

EJEMPLO DE APLICACIÓN ARQUEOLÓGICA

Para finalizar presentamos un breve ejemplo de aplicación del programa experimental en el análisis de materiales arqueológicos provenientes de la necrópolis neolítica de Can Gambús-1, en el contexto de la investigación de una de las problemáticas enunciadas en la introducción: el análisis de los ajuares de las sepulturas del neolítico medio.

Las excavaciones en Can Gambús-1 documentaron 47 estructuras funerarias neolíticas, de las cuales 43 son individuales y cuatro son enterramientos dobles. Los trabajos de excavación se llevaron a cabo en 2003 y 2004 por parte de Arrago S.L. (Roig *et al*., 2010). Esta es una de las necrópolis en el noreste de la Península Ibérica que ha proporcionado mayor variedad y abundancia de ajuar funerario: recipientes cerámicos, molinos de mano, herramientas de piedra pulida y tallada, instrumentos de hueso, restos de fauna y conchas, y un gran número de cuentas que formaban parte de collares y pulseras.

El utillaje en hueso de Can Gambús-1 (Mozota y Gibaja, 2015) está formado fundamentalmente por un gran número de punzones y espátulas, fabricados sobre mitades (tras la fragmentación longitudinal en dos partes) de metápodos de ovicaprino. Otros tipos de instrumentos (agujas, y útiles de fortuna sin formato predefinido) aparecen de forma casi anecdótica. Punzones y espátulas son formalmente muy regulares, con medidas muy similares en todos los casos. Tienen en un extremo una epífisis reservada para formar la base, y en el extremo opuesto la zona activa. Entre los punzones y las espátulas sólo cambia la morfología de la zona activa, que es la que define *a priori* un tipo u otro.

En nuestro estudio hemos revisado materiales que dan un número mínimo de 102 punzones y espátulas (parte de ellos están muy fragmentados o unidos en paquetes sedimentarios imbuidos en concreción calcárea). De estos, se ha podido determinar que 4 útiles fueron usados con seguridad, y otros 9 fueron probablemente usados (aunque la alteración no permite aseverarlo con todas las garantías).

En general cabe decir, además, que las alteraciones tafonómicas de este conjunto eran muy fuertes y han afectado enormemente al número de instrumentos analizados, y por ende, a los resultados obtenidos. No obstante, en algunos casos la cortical estaba razonablemente bien conservada en algunas zonas, o incluso en la mayor parte del soporte. Dichos objetos son los que han permitido mejores determinaciones funcionales.

Para evaluar cómo afectan las alteraciones tafonómicas a las huellas de uso, se siguieron los principios metodológicos de varios investigadores e investigadoras que han abordado esta cuestión de forma específica (Fisher, 1995; Klein y Cruz-

Uribe, 1984; Lyman, 1994). Además se realizó un estudio microscópico detallado de los diferentes tipos de alteración del hueso comunes en este yacimiento: marcas de raíces y disolución de la cortical por contacto con el sedimento. Y se estudiaron los diferentes grados de desarrollo de dichas alteraciones.

En cuanto a los objetos utilizados con seguridad, proponemos que dos fueron usados sobre piel (fig. 10), otro sobre una materia vegetal (fig. 11), y un el último caso, dedicado al trabajo de la cerámica fresca.

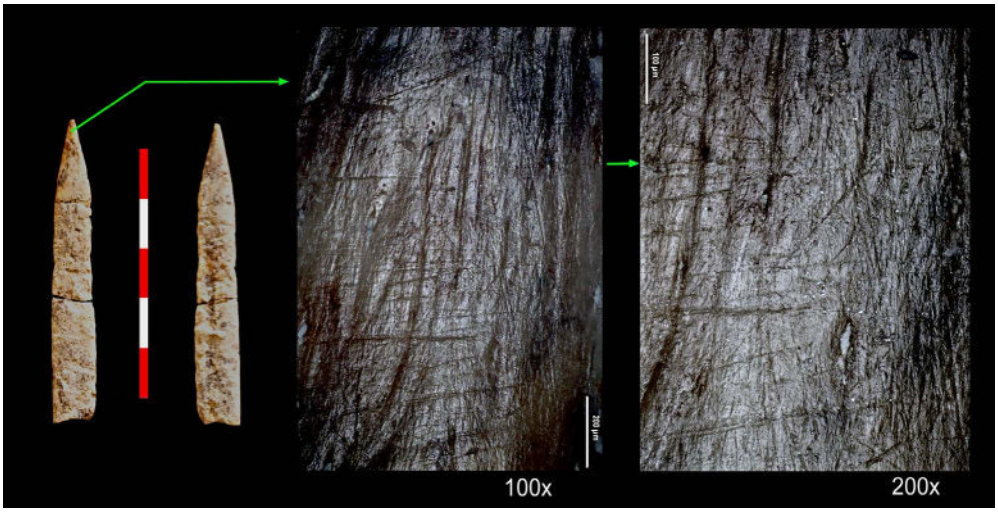


Fig. 10.—Ejemplo de punzón arqueológico con huellas de uso, proveniente de Can Gambús-1. Probable uso sobre piel.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los investigadores e investigadoras de los proyectos HAR2012-38838-C02-01/02 y HAR2011-23149 y a los integrantes del grupo consolidado de investigación AGREST 2014SRG1169, muy en particular a Xavier Terradas Batlle, Raquel Piqué Huerta y Antoni Palomo, así como al personal del Departamento de Arqueología y Antropología de la Institución Milá y Fontanals del CSIC, en especial a Ignacio Clemente, y al personal del Departamento de Prehistoria de la UAB. También mostramos nuestro agradecimiento por su ayuda y acceso a materiales a las empresas Arqueolític S.L y Arrago S. L., y muy especialmente a Jordi Roig y Joan Manel Coll.

Fig. 11.—Ejemplo de punzón arqueológico con huellas de uso, proveniente de Can Gambús-1. Probable uso sobre materia vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO, C. (1984): *Tejido y cestería en la Península Ibérica. Historia de su técnica e industrias desde la Prehistoria hasta la romanización,* Bibliotheca praehistorica hispana, 21, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid.

ALFARO, C. (2005): "Informe sobre los restos textiles, de cestería y de cuero procedentes de Cueva Sagrada I (Lorca, Murcia)", *El cerro de la Virgen de la Salud (Lorca): excavaciones arqueológicas, estudio de materiales e interpretación histórica* (Eiroa, J. J., ed.), Servicio de Patrimonio Histórico, Murcia, pp. 229-246.

BACKWELL, L. R. y D'ERRICO, F. (2005): "The first use of bone tools: a reappraisal of the evidence from Olduvai Gorge, Tanzania", *Palaeontologia Africana* 40, pp. 95-158.

BACKWELL, L. R., D'ERRICO y F., WADLEY, L. (2008): "Middle Stone Age bone tools from the Howiesons Poort layers, Sibudu Cave, South Africa", *Journal of Archaeological Science* 35:6, pp. 1566-1580.

BAENA, J. (1997): "Arqueología experimental, algo más que un juego", *BAEX* 1, pp. 2-5.

BAIONI, M., BORRELLO, M. A., FELDTKELLER, A. y SCHLICHTHERLE, H. (2003): "I pesi reniformi e le fusaiole piatte decorate della Cultura della Lagozza. Cronología, distribuzione geografica e sperimentazioni", *Textiles. Intrecci e tessuti dalla prehistoria europea* (Bazzanella, M., Mayr, A., Maser, L. y Rast-Eicher, A., eds.), Museo Cívico di Riva del Garda, La Rocca.

BARBER, E. J. W. (1991): *Prehistoric textiles: the development of cloth in the neolithic and bronze ages, with special reference to the Aegean,* Princeton University Press, Princeton.

BENITO, J. L. P. (1998): *Utillaje* óseo*, adornos e* ídolos *neolíticos valencianos*, Museo de Prehistoria de Valencia, Valencia.

BENITO, J. L. P. (2016): "Unas técnicas muy neolíticas: ranurado y abrasión para la elaboración de punzones a partir de metapodios de ungulados", *Trabajos Varios del SIP*, 119, pp. 147-158.

BRADFIELD, J. (2015): "Use-trace analysis of bone tools: a brief overview of four methodological approaches", *South African Archaeological Bulletin* 70, pp. 3-14.

BORRELL, F. y BOSCH, J. (2012): "Las minas de variscita de Gavà (Barcelona) y las redes de circulación en el Neolítico", *Rubricatum. Revista del Museu de Gavà* 5, pp. 315-322.

BOSCH, A., CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. (eds.) (2000): *El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990-1998*, Monografies del CASC 2, CASC - Museu d'Arqueologia de Cataluñya, Girona.

BOSCH, A., CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. (eds.) (2011): *El poblat lacustre del Neolític antic de la Draga. Excavacions 2000-2005,* Monografies del CASC 9, CASC - Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.

BUC, N. (2011): "Experimental series and use-wear in bone tools", *Journal of Archaeological Science* 38:3, pp. 546-557.

BUC, N. y LOPONTE, D. (2007): "Bone tool types and microwear patterns: some examples from the Pampa region, South America", *Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies* (Gates St-Pierre, C, y Walker, R. B., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1622, Oxford, pp. 143-157.

CACHO, C., PAPÍ, C.; SÁNCHEZ-BARRIGA, A. y ALONSO, F. (1996): "La cestería decorada de la Cueva de los Murciélagos (Albuñol, Granada)". *Complutum Extra* 6:1, pp. 105-122.

CALLAHAN, E. (1999): "What is Experimental Archeology", *Primitive technology: a book of earth skills* (Wescott, D., ed.), Gibbs Smith Publisher, Layton, pp. 4-6.

CAPEL, J.; CARRASCO, J. y NAVARRETE, M.S. (1981): "Nuevas sepulturas prehistóricas en la cuenca del río Cacín (Alhama de Granada)", *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 6, pp. 123-166.

CARRASCO, J. y PACHÓN, J. A. (2009): "Algunas cuestiones sobre el registro arqueológico de la cueva de los murciélagos de Albuñol (Granada) en el contexto neolítico andaluz y sus posibles relaciones con las representaciones esquemáticas", *Cuadernos de Prehistoria y*

arqueología de la Universidad de Granada 19, pp. 227-287.

CHOMKO, S. (1975): "Bone 'awls' and utilised antler tines from Arnold research cave 23CY64, Missouri", *The Plains Anthropologist* 20, pp. 27-40.

CLEMENTE, I., y CUENCA, D. (2011): "Instrumentos de trabajo de concha", *El poblat lacustre del Neolític antic de la Draga. Excavacions 2000-2005* (BOSCH, A., Chinchilla, J. y Tarrús, J., eds.), Monografies del CASC 9, CASC - Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona, pp. 137-145.

CLEMENTE, I., GYRIA, E. Y., LOZOVSKA, O.V. y LOZOVSKI, V. M. (2002): "Análisis de instrumentos en costilla de alce, mandíbulas de castor y caparazón de tortuga de Zamostje 2 (Rusia)", *Análisis Funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (Clemente, I., Gibaja, J. F., Risch, R., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 187-196.

COLES, J. (1973): *Archaeology by Experiment,* Hutchinson, London.

COLES, J. (1979): *Experimental Archaeology,* Academic Press, London, 286 pp.

DE DIEGO, M., PALOMO, A., PIQUÉ, R., SAÑA, M., TERRADAS, X., CLEMENTE, I. y MOZOTA, M. (en prensa): "Evidences of textile technology in the Ancient Neolithic site of la Draga". *First Textiles. The Beginnings of Textile Manufacture in Europe and the Mediterranean,* Oxbow Books, Oxford.

FISHER, J. W. (1994): "Bone Surface Modifications in Zooarchaeology". *Journal of Archaeological Method and Theory* 2:1, pp. 7-68.

GIBAJA, J. F. (2000): "La función del instrumental lítico tallado de la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany", *El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990-1998* (Bosch, A., Chinchilla, J. y Tarrús, J., eds.), Monografies del CASC 2, CASC - Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona, pp. 206-213.

GIBAJA, J. F. (2003): *Comunidades Neolíticas del Noreste de la Península Ibérica. Una aproximación socio-económica a partir del estudio de la función de los útiles líticos* Brithis Archaeological Reports. International Series 1140, Oxford.

GONZÁLEZ, J. E. e IBÁÑEZ, J. J. (1994): *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex,* Cuadernos de arqueología de Deusto, 14, Universidad de Deusto-Deustuko Unibertsitatea, Bilbao.

JACOMET, S. (2004): "Archaeobotany. A vital tool in the investigations of lake-dwellings", *Living on the lake in prehistoric Europe, 150 years of lake-dwelling research,* Routledge, London, pp. 162-177.

KLEIN, R. y CRUZ-URIBE, K. (1984): *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*, Chicago University Press, Chicago.

LYMAN, R. L. (1994): *Vertebrate Taphonomy,* Cambride University Press, Cambridge.

MAICAS, R. (2007): *Industria* ósea *y funcionalidad: Neolítico y Calcolítico en la Cuenca de Vera (Almería),* Editorial CSIC, Madrid.

MAIGROT, Y. (1997): "Tracéologie des outils tranchants en os des Ve et IVe millénaires av. J.-C. en Bassin parisien", *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 94:2, pp. 198-216.

MAIGROT, Y. (2005): "Ivory, bone and antler tools production system sar Chalain 4 (Jura, France): late Neolithic site, 3rd millennium", *From hooves to horns, from mollusc to mammoth. Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to the present* (Luik, H., Choyke, A., Batey, C. E y Lougas, L., eds.), University of Tartu (Mui-nasaja Teadus, 15), Tallinn, pp. 113-126.

MARTIN, A. (2009): "Les sociétés du Néolithique moyen en Catalogne et leur gestion funéaire", *Du Néolithique à l'Histoire: sépultures et sociétés*, *Séminaire du Collège de France* (Guilaine, J., ed.), Errance. Collection des Hesperides, Paris, pp. 45-67.

MARTÍNEZ, F., PEREDA, C. y ALCÁZAR, J. (1989): "Primeros datos sobre una necrópolis prehistórica de excepcional interés: El Cerro de la Casería de Tomillos (Alcalá del Valles, Cádiz)", *Anuario Arqueológico de Andalucía* 3, pp. 59-65.

MARTÍNEZ, F. y ALCÁZAR, J. (1992): "Enterramientos prehistóricos en Alcalá del Valle (Cádiz)", *Revista de Arqueología* 133, pp. 10-19.

MASCLANS, A., GIBAJA, J. F., MÓNICA, O., PALOMO, A., TERRADAS, X., OMS, X., MOZOTA, M., CLEMENTE, I. y MAZZUCO, N. (2016): "Que laissait-on dans les tombes

néolithiques du nord-est de la péninsule Ibérique?", *XIe Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente: De la Tombe au Territoire,* Montpellier, Archives de Écologie Préhistorique, Toulouse, pp. 25-27.

MÉDARD, F. (2006): *Les activités de filage au Néolithique sur le Plateau suisse. Analyse technique, économique et sociale,* CRA monographies 28, París.

MORENO, F. y CLEMENTE, I. (2010): "Functional Analysis of Prehistoric Bone Instruments from the Uruguayan Atlantic Coast", *Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia: Cultural, technological and functional signature,* Brithis Archaeological Reports. International Series 2136, Oxford, pp. 287-293.

MOZOTA, M. y GIBAJA, J. F. (2015): "For a few awls more". Bone tools in northeastern Iberia Neolithic burials (4th-5th millennia cal BC). A morpho-technical and functional approach", *Journal of Archaeological Science: Reports* 4, pp. 65-77.

MOZOTA, M. PALOMO, A., CLEMENTE, I., y GIBAJA, J. F. (2017): *"*Experimental program: Neolithic awls and spatulas", *Playing with the time. Experimental archeology and the study of the past* (Alonso, R., Canales, C. y Baena, J., eds.), Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, pp. 61-66.

PALOMO, A. y GIBAJA, J. F. (2001): "Tecnología y funcionalidad de la industria lítica tallada en hábitats al aire libre del nordeste peninsular los asentamientos neolíticos de La Draga y Plansallosa (Gerona)", *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses* 18, pp. 169-180.

PALOMO, A, GIBAJA, J. F., PIQUÉ, R., BOSCH, A., CHINCHILLA, J. y TARRÚS, J. (2011): "Harvesting cereals and other plants in Neolithic Iberia: the assemblage from the lake settlement at La Draga", *Antiquity* 85:329, pp. 759-771.

PALOMO, A., PIQUÉ, R., TERRADAS, X., BOSCH, A., BUXÓ, R., CHINCHILLA, J., SAÑA, M. y TARRÚS, J. (2014): "Prehistoric occupation of Banyoles lakeshore: results of recent excavations at La Draga site, Girona, Spain", *Journal of Wetland Archaeology* 14, pp. 58-73.

REYNOLDS, P. J. (1994): "Experimental Archaeology, a Perspective for the Future*", The Reuvens Lecture* 5, Stichting Nederlandse Archeologie, Leiden.

RIBERA, D. y OBÓN, C. (1987): "Informe sobre los restos vegetales procedentes del enterramiento calcolítico de la Cueva Sagrada (comarca de Lorca, Murcia)", *Anales de Prehistoria y Arqueología* 3, pp. 31-37.

RODRÍGUEZ-ARIZA, M. A., FRESNEDA, E., MARTÍN, M. y MOLINA, F. (2000): "Conservación y puesta en valor del yacimiento argárico de Castellón Alto (Galera, Granada)", *Trabajos de Prehistoria* 57:2, pp. 119-131.

ROIG, J., COLL, J., GIBAJA, J., CHAMBON, P., VILLAR, V., RUIZ, J., TERRADAS, X. y SUBIRÀ, M. (2010): "La necrópolis de Can Gambús-1 (Sabadell, Barcelona). Nuevos conocimientos sobre las prácticas funerarias durante el Neolítico medio en el Noreste de la Península Ibérica", *Trabajos de Prehistoria* 67:1, pp. 59-84.

RUIZ, I. (2012): "Textil: la producción del tejido en la Prehistoria y la Protohistoria", *Arqueología y Territorio* 9, pp. 133-145.

HURCOMBE, L. (2014): *Perishable Material Culture in Prehistory: Investigating the Missing Majority*, Routledge, New York.

SEMENOV, S.A. (1964): *Prehistoric technology. An experimental study of the oldest tools and artifacs from traces of manufacture and wear,* Cory, Adams and Mackay Ltd., London.

SIDÉRA, I. y LEGRAND, A. (2007): "Methods, means, and results when studying European bone industries", *Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies* (Gate and Walker, R., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1622, Oxford, pp. 291-304.

TAHA, B. (2016): *Industria* ósea *en el Neolítico del Próximo Oriente. Estudio tecnológico y funcional del asentamiento de tell Halula (Valle del* Éufrates*, Siria),* Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

VAN GIJN, A. (2007): "The use of bone and antler tools: two examples from the late Mesolithic in the Dutch coastal zone", *Bones as Tools: Current Methods and Interpretations in Worked Bone Studies* (Gate and Walker, R., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1622, Oxford, pp. 81-92.

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL ANÁLISIS FUNCIONAL APLICADO AL ESTUDIO DE LOS INSTRUMENTOS DE CONCHA PREHISTÓRICOS

Past, present and future of the use-wear analysis applied to the study of prehistoric shell tools

DAVID CUENCA SOLANA * e IGNACIO CLEMENTE CONTE **

RESUMEN El análisis funcional orientado al estudio de la tecnología lítica ha tenido un gran desarrollo durante las últimas décadas, tanto a nivel metodológico cómo en variedad y cantidad de aplicaciones. Sin embargo, el estudio del utillaje manufacturado con materias duras de origen animal, especialmente los instrumentos de concha, a partir de la traceología ha tenido menor interés en la investigación arqueológica. En este sentido, numerosa y variada información etnográfica muestra que las poblaciones que explotaron los recursos costeros también emplearon las conchas, bien de forma expeditiva o bien mediante diferentes procesos de manufactura, como instrumento de trabajo para realizar sus actividades de producción. En este artículo mostraremos esta variedad de evidencias etnográficas, para posteriormente presentar y debatir acerca de las diferentes aplicaciones arqueológicas que se han desarrollado, principalmente, basadas en la traceología. Haciendo especial hincapié en los trabajos pioneros, su evolución durante las últimas décadas y los retos futuros para el desarrollo de este tipo de estudios en la investigación arqueológica.

Palabras clave: Instrumentos de concha, Análisis funcional, Traceología, Prehistoria, Etnografía, Arqueomalacología.

ABSTRACT Use-wear methodology oriented on the analysis of the lithic technology has made great progress in recent decades, both in terms of methodological approaches and the variety and quantity of applications of the technique. However, the study of tools manufactured with hard animal materials, specially the shell tools, using the use-wear methodology has been less of a focus in archaeological research. Extended and varied ethnographic

* Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria, Universidad de Cantabria, Gobierno de Cantabria, Santander. *david.cuencasolana@gmail.com*

** Arqueología de las Dinámicas Sociales. Departamento de Arqueología y Antropología, CSIC-Institución Milá y Fontanals (IMF) + AGREST. *ignacio@imf.csic.es*

Fecha de recepción: 26-04-2016. Fecha de aceptación: 07-11-2016.

information shows that populations exploiting coastal resources often used shells, expeditiously or by distinct manufacturing processes, as tools for the development of their production activities. This article shows this variety of ethnographic evidence for shell use, before presenting and discussing some of the most important applications based on the use-wear methodology for the study of these tools. Particular emphasis is made on pioneering work, its evolution over the past decades, and the future challenges for the development of this analysis in archaeological research.

Key words: Shell Tools, Use Wear Traces, Traceology, Prehistory, Ethnography, Archaeomalacology.

INTRODUCCIÓN

El análisis funcional (Semenov, 1964) o traceología es una metodología arqueológica orientada a estudiar el utillaje a partir de la perspectiva de su uso y función. La interpretación funcional se realiza a partir del desgaste, huellas de uso, producido sobre las zonas activas de los instrumentos de trabajo debido a su utilización. Las huellas de uso son analizadas mediante el uso combinado de altos y bajos aumentos, e interpretadas a partir de protocolos experimentales analíticos (González Urquijo e Ibáñez Estévez, 1994). De esta forma solamente este tipo de acercamiento metodológico permite relacionar el utillaje con las estrategias de subsistencia de los grupos humanos.

El estudio de la tecnología manufacturada o basado en el uso expeditivo de materias duras de origen animal, especialmente los instrumentos de concha, a partir de esta metodología ha tenido escasa relevancia respecto al análisis de los soportes líticos. Entre este tipo de soportes la industria ósea es la que ha gozado de un mayor interés desde una perspectiva funcional (ver por ejemplo Pétillon, 2006, 2008; Maigrot, 2003; Martineau y Maigrot, 2004; Clemente Conte *et al*., 2010; Clemente Conte y Lozovskaya, 2011). Siendo menor el desarrollo de la investigación sobre otros soportes duros de origen animal como los caparazones de tortuga (Clemente Conte, 2001; Clemente Conte *et al.,* 2002) o las valvas de molusco (Lammers, 2008; Mansur y Clemente Conte, 2009 entre otros). En lo que respecta a estos últimos, esta metodología ha tenido un menor recorrido sobre contextos arqueológicos europeos frente a otras áreas geográficas de América, Pacífico y Caribe. En estas zonas el utillaje de concha ha sido objeto de numerosas investigaciones, al ser reconocidos como una parte importante de los *toolkits* empleados por los grupos humanos para realizar sus actividades de producción (Cuenca Solana *et al.,* 2011). En estos lugares la utilización de las valvas de molusco se ha basado en el empleo de especies con caparazones de gran tamaño y robustez, lo que genera un variado abanico de posibilidades de uso diferencial de sus componentes anatómicos. Como resultado de esto gran parte de las investigaciones que se han realizado en estos lugares se han basado en analíticas morfológicas orientadas a establecer categorías tipológicas (Dacal Moure, 1978; Dacal Moure y Rivero de la Calle, 1984; Heizer, 1978; Marquardt y Payne, 1992; Prous, 1992; Suárez, 1974). En el continente europeo también han sido escasos los estudios de funcionalidad realizados sobre este tipo de materiales,

que además han estado mayoritariamente basados en la observación macroscópica mediante lupa binocular (Douka, 2011; Pascual Benito, 2008; Vigié, 1987, 1992, 1995; Vigié y Courtin, 1986, 1987). De esta forma hasta la actualidad son minoritarios los acercamientos a este tipo de utillaje desde la observación macroscópica/microscópica y la experimentación analítica en los contextos arqueológicos de Europa. Como consecuencia muchas de estas pioneras investigaciones han permitido documentar evidencias de este tipo, pero sin poder llegar a establecer relaciones entre este utillaje y las actividades productivas realizadas por los grupos humanos.

Por otra parte, este escaso desarrollo analítico contrasta con una abundante y variada información etnográfica que muestran una amplia gama de usos para los que pueden ser utilizadas las valvas de molusco (Cuenca Solana *et al.,* 2011). Esta situación deja entrever que el rol de estos instrumentos dentro del abanico tecnológico empleado por los grupos humanos ha sido frecuentemente infravalorado por la historiografía arqueológica europea (Cuenca Solana, 2014). Aunque aún de forma marginal, debido a la escasez de este tipo de acercamientos teórico-metodológicos, lo cierto es que la adaptación de la metodología desarrollada por S. A. Semenov (Semenov, 1964) a las características específicas de las valvas de molusco ha permitido realizar interesantes aportaciones. Tanto gracias a la paulatina incorporación conceptual del utillaje de concha al conjunto de los medios de producción empleados por los grupos humanos, como a la posibilidad de relacionar éste con la organización de las actividades productivas realizadas en los contextos arqueológicos. A pesar del progresivo aumento de este tipo de aplicaciones durante los últimos quince años aún queda un gran recorrido y muchos retos por alcanzar a lo largo de las próximas décadas de investigación.

1. LOS INSTRUMENTOS DE CONCHA Y LAS ESTRATEGIAS DE SUBSISTENCIA DE LOS GRUPOS HUMANOS: UNA VISIÓN A PARTIR DE LOS RELATOS ETNOGRÁFICOS

Existe un variado abanico de actividades productivas para las que han sido usadas las conchas dentro de las estrategias económicas de los grupos humanos (Claassen, 1998). En trabajos anteriores presentamos de forma extendida una amplia variedad de éstas a partir de los relatos etnográficos. Así podemos encontrar narraciones muy variadas y procedentes de regiones tan distantes como Polinesia, Alaska, Chile, Venezuela, Cuba, Brasil o Japón (Cuenca Solana *et al.,* 2011; Clemente Conte y Cuenca Solana, 2015). Estas observaciones describen utilizaciones instrumentales de las conchas tanto en grupos con una economía de caza y recolección, como también en grupos con una producción de excedentes a partir de la agricultura y/o ganadería. En este caso no presentaremos aquí de forma pormenorizada esta información, si no que trazaremos un marco general acerca de aquellas utilizaciones susceptibles de poder ser documentados y analizadas a nivel arqueológico a partir del estudio de los rastros de uso en sus superficies.

La información etnográfica nos muestra la utilización de las conchas, tanto de bivalvos como de gasterópodos, para llevar a cabo acciones transversales (raspado)

y también longitudinales (corte) sobre una gran variedad de materias. Así estas narraciones muestran que este utillaje ha sido empleado para procesar bienes de origen animal (carne, pescado, piel, hueso), vegetal (madera, vegetales, tubérculos) y mineral (conchas, cerámica). Algunas evidencias muestran que estos instrumentos pueden ser efectivos para procesar materias duras como la madera o el hueso. En general predominan las acciones transversales (raspar/raer/hachar), aunque podemos encontrar ejemplos de trabajos longitudinales (cortar/serrar) y también rotativos (perforar/taladrar). Algunas de las utilizaciones descritas por la Etnografía nos muestran un uso expeditivo de las conchas, mientras que en otros casos estos artefactos han sido sometidos a diversos procesos de formatización, a través de la talla, el retoque o el pulimento, para adaptar sus características naturales a una función determinada. Estas transformaciones son de complejidad variable, y determinadas principalmente por las propias características que presenta la forma inicial de la concha empleada.

Por otro lado, a pesar de las diferencias taxonómicas existentes, la mayor parte de los procesos productivos descritos en los relatos etnográficos podrían ser llevadas a cabo mediante el empleo de las especies predominantes en las costas europeas durante el Paleolítico, Mesolítico y Neolítico. Sin embargo, el tamaño y la dureza de las valvas presentes en los biotopos del hemisferio Sur proporcionan un mayor abanico de posibilidades a la hora de manufacturar utillaje. En todo caso, el análisis crítico de la información etnográfica recopilada durante estos últimos años nos hace pensar que una cantidad importante de las actividades productivas realizadas en determinados contextos arqueológicos, especialmente aquellos próximos a la costa, pudieron ser efectuadas mediante el empleo de conchas.

2. EL ESTUDIO DE ESTAS EVIDENCIAS A PARTIR DEL ANÁLISIS FUNCIONAL

2.1. Los trabajos pioneros

Hasta los últimos años han sido bastante escasas las investigaciones que se han planteado como objetivo estudiar la utilización de conchas para desarrollar algunas de las actividades productivas de los grupos humanos. Además, el mayor auge de este tipo de análisis ha tenido su desarrollo fuera del marco europeo, en áreas geográficas con una amplia tradición cultural en el uso de este tipo de utillaje, que incluso en algunos casos ha llegado hasta nuestros días. En este sentido uno de los trabajos pioneros fue desarrollado por C. B. Moore (Moore, 1921) en la zona norte de Florida. En este caso su investigación se enfocó al estudio de los enmangues empleados para el uso de elementos masivos como mazas, picos, arados o azadas. A pesar de no tratarse de un trabajo traceológico, el interés por relacionar el enmangue con la función hace de esta investigación una aproximación de sumo interés.

Respecto a Europa el trabajo pionero fue desarrollado por Taborin desde los años 70 (Taborin, 1974), aunque los trabajos más destacables en esta fase inicial son las aportaciones realizadas por Vigié y Courtin desde mediados de los años 80

y a lo largo de la década de los 90 (Vigié y Courtin, 1986; Courtin y Vigié, 1987; Vigié, 1987, 1992, 1995). Se trata de análisis centrados en el estudio de contextos mesolíticos y neolíticos de la costa mediterránea francesa. Estas investigaciones permitieron confirmar la utilización de valvas de *Mytilus* y de *Unio* para llevar a cabo actividades de corte y de raspado de diferentes materias. Estos artefactos fueron denominados *coquilles dentelés* debido a la modificación del filo en forma de denticulado. En algunos casos, estos artefactos se documentan en yacimientos localizados incluso a un centenar de kilómetros de la costa. A pesar de que estas analíticas fueron efectuadas empleando solamente sistemas de observación macroscópicos (entre 10 y 40 aumentos), una de las grandes aportaciones de esta investigación fue la realización de experimentaciones para verificar/refutar la interpretación del material arqueológico.

Estos trabajos pioneros tendrán su continuidad con el trabajo efectuado por Y. Gruet y sus colaboradores (Gruet *et al.,* 1999), en este caso mediante el empleo del microscopio electrónico de barrido (MEB) y de réplicas de silicona para analizar las zonas activas. Mediante el empleo de esta metodología llevaron a cabo el estudio del material arqueomalacológico del contexto neolítico de Diconche (Saintes, Charante-Maritime), situado a 45 km. de la línea de costa actual. Esta investigación se centró en el uso expeditivo de bivalvos como *Pecten maximus* (Linné, 1758) *Mytilus edulis* (Linné, 1758) o *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758). A pesar de lo limitado de sus interpretaciones de carácter funcional se trata de un trabajo innovador. Tanto por ser una de las primeras colecciones malacológicas analizadas al completo desde esta perspectiva, como también por el uso del MEB. En este caso la interpretación funcional se basó en la comparación de las huellas de uso con los trabajos anteriormente realizados por Vigié y Courtin (Vigié y Courtin, 1986; Courtin y Vigié, 1987; Vigié, 1987, 1992, 1995), por lo que las hipótesis propuestas por estos investigadores no pudieron ser verificadas/refutadas hasta la realización de una experimentación analítica (Cuenca Solana, 2013; Cuenca Solana *et al.,* 2015a) (fig. 1). En todo caso se trata de un trabajo muy reseñable, con un importante aporte metodológico y base de un posterior interés por esta temática dentro de la investigación arqueológica en Francia. Otra investigación interesante realizada en esta fase inicial fue desarrollada por L. Salanova (Salanova, 1992). En este caso esta investigadora parte de una visión centrada en la producción alfarera, en concreto orientada a analizar la utilización de conchas para realizar la decoración de la cerámica cardial en la zona noroeste de Francia.

Respecto a los trabajos desarrollados en esta fase inicial fuera del continente europeo es destacable la investigación de la colección malacológica procedente de Balof 2 en Papua Nueva Guinea (Barton y White, 1993). Aquí a partir del análisis traceológico pudieron documentar la utilización de conchas para llevar a cabo actividades de raspado de materias blandas. Su estudio permitió demostrar además el uso recurrente de este tipo de utillaje durante el amplio abanico cronológico de ocupación de este sitio, que abarcó casi 10.000 años (Barton y White, 1993).

En lo que respecta a aplicaciones de carácter exclusivamente metodológico, en esta fase inicial de la investigación podemos destacar la aportación realizada en el

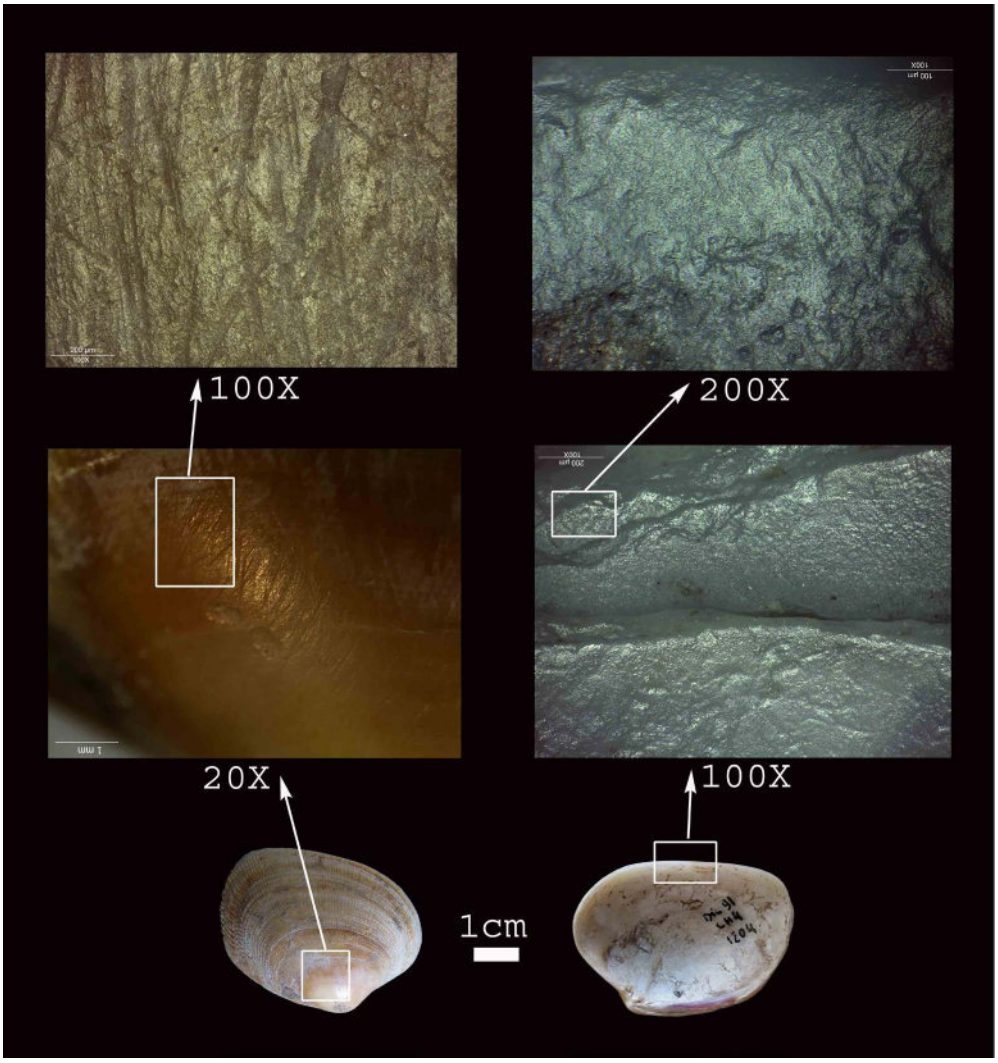


Fig. 1.—Valva izquierda de *Ruditapes decussatus* documentada en el sitio neolítico de Diconche (Saintes, Charante-Maritime) vinculada a dos fases diferenciadas de la producción cerámica: alisado -mediante el uso del borde- y bruñido (mediante el uso del umbo) (Cuenca Solana, 2013; Cuenca Solana *et al.,* 2015a).

ámbito experimental por N. Toth y M. Woods, orientada a analizar la funcionalidad de las conchas de *Ostrea* para llevar a cabo el procesado de carcasas de hueso (Toth y Woods, 1989).

2.2. La investigación desarrollada a lo largo del siglo XXI

En comparación con las décadas finales del siglo XX a partir del siglo XXI se han desarrollado un número mayor de investigaciones relacionadas con esta temática. Además, su desarrollo se ha focalizado sobre áreas geográficas muy heterogéneas como el Caribe (Lammers, 2008), Las Antillas (Serrand y Boniset, 2005), diferentes archipiélagos en torno a Nueva Zelanda (Schmidt *et al.,* 2001), Filipinas (Pawlik *et al.,* 2015) o Asía (Choi y Driwantoro, 2007). Concretamente aquí se evidenció el instrumento de concha de mayor antigüedad hasta el momento, vinculado con ocupaciones de *Homo erectus* situadas en torno a hace 1.5 millones de años (Choi y Driwantoro, 2007). Por otra parte, en Europa podemos encontrar diferentes investigaciones desarrolladas en contextos de Italia (Cristiani *et al.,* 2005; Romagnoli *et al.,* 2015a, 2015b, 2015c), Francia (Dupont y Cuenca Solana, 2014; Cuenca Solana *et al.,* 2015a) y también en España (Gutiérrez Zugasti *et al*., 2011; Tumung *et al*., 2015, entre otros). Se trata de trabajos muy diversos, teórica y metodológicamente, pero que en conjunto evidencian un paulatino desarrollo de este tipo de analíticas durante estos últimos años. Paralelamente otras aproximaciones basadas en la observación macroscópica, y por tanto no estrictamente en la traceología, han permitido documentar evidencias en contextos de Francia (Dupont, 2003, 2006), España (Maicas Ramos, 2008; Pascual Benito, 2008) o en La República Libanesa (Douka, 2011).

Con respecto a las investigaciones basadas en el análisis funcional, en Europa destacan las aportaciones realizadas en el sur de Italia por E. Cristiani y sus colegas en el sitio Musteriense de Grotta del Cavallo (Cristiani *et al*., 2005). En este contexto se han documentado raspadores confeccionados a partir del retoque de valvas de *Callista chione* (Linné, 1758). Los resultados obtenidos vinculan su utilización con una actividad de raspado, aunque no ha podido definirse con exactitud la materia trabajada (Cristiani *et al.,* 2005). Esta utilización de bivalvos a lo largo del Paleolítico medio y superior está bastante generalizada en Italia y Grecia, donde encontramos al menos una docena de contextos con diferentes cantidades de artefactos tallados de esta cronología (Douka y Spinapolice, 2012; Romagnoli, 2015a, 2015b, 2015c). Sin embargo, hasta el momento aún no se han realizado ningún estudio de funcionalidad más allá del efectuado por E. Cristiani y sus colaboradores. Otro trabajo reciente realizado dentro del marco de la investigación arqueológica europea ha sido desarrollado por L. Manca, y vinculado con el estudio de contextos de cronología neolítica y calcolítica en Cerdeña (Italia) (Manca, 2013).

Fuera del ámbito europeo destaca el trabajo desarrollado por Y. Lammers, orientado al estudio de contextos de la Isla de Guadalupe, en el Caribe, asignados al periodo precolombino. Los resultados de investigación vinculan el uso de este

utillaje con la realización de actividades transversales, y en menor medida longitudinales, para trabajar materias de dureza media y blanda. Especialmente para procesar plantas no leñosas y madera, descamar pescado, pelar mandioca, limpiar calabazas, y en menor medida también para procesar hueso y piel (Lammers, 2008).

Otros trabajos reseñables fuera del contexto europeo son las investigaciones realizadas en el sitio de Emily Bay en Norfolf Island (archipiélago localizado junto a Nueva Zelanda) (Schmidt *et al.,* 2001). Esta investigación ha permitido documentar el empleo de conchas para descamar pescado y/o raspar vegetales (Schmidt *et al.,* 2001). También en Las Antillas, en contextos del periodo Pre-Cerámico y Cerámico se ha documentado la obtención de lascas empleando el labio de *Lobatus gigas* (Linné, 1758), anteriormente citada como *Strombus gigas* (Linné, 1758). Estas lascas estarían orientadas a la manufactura estandarizada de azuelas probablemente para la manufactura de canoas (Serrand, 2008). Muchas de estas azuelas presentan huellas de uso, así como indicios de haber sido reavivadas (Serrand y Bonnissent, 2005). También en diferentes contextos arqueológicos de Las Bahamas, Jamaica y Haití se ha documentado el uso de esta misma especie para manufacturar hachas, martillos, cuchillos, raspadores y azadas (Jones y Keegan, 2007). Con respecto a la manufactura de azuelas es destacable la investigación desarrollada en Filipinas por A.F. Pawlick y sus colaboradores (Pawlik *et al.,* 2015).

Otros trabajos de gran interés han sido desarrollados durante los últimos años por K. Szabó, orientados a analizar un variado abanico de contextos prehistóricos de Australia (Szabó, 2008; Szabó *et al*., 2007; Szabó y Koppel, 2015; Weston *et al.,* 2015). Una de las grandes aportaciones de esta autora es el tratamiento de la valva de cada especie como una materia prima diferente, con una respuesta heterogénea a los procesos de talla y a las alteraciones producidas por su utilización.

Desde otra perspectiva M. Melainey y sus colaboradores han desarrollado recientemente una investigación basada en el análisis de los residuos recuperados sobre las conchas, con el objetivo de vincularlos con algunas de las actividades productivas realizadas por los grupos yámana de Tierra de Fuego (Melainey *et al*., 2015).

Esta muestra de las investigaciones efectuadas en las últimas décadas constituye una buena prueba del notable y progresivo incremento cuantitativo de este tipo de analíticas, así como una expresión de la heterogeneidad de propuestas metodológicas y de la variedad de contextos sobre los que hasta el momento han sido aplicadas.

2.3. El desarrollo de estas analíticas en la Arqueología española

La investigación pionera con respecto al estudio de los instrumentos de concha mediante la traceología fue realizado por Rodríguez y Navarro y estuvo orientada al análisis de la colección malacológica de El Tendal (Rodríguez y Navarro, 1999). Este estudio permitió aportar importante información para aumentar el conocimiento respecto al poblamiento aborigen de isla de La Palma.

Posteriormente se han retomado este tipo de analíticas en la península Ibérica, evidenciando un lento progreso durante los últimos años (por ejemplo; Cuenca Solana, 2013; Gutiérrez Zugasti *et al.*, 2011; Clemente Conte y Cuenca Solana,

2011; Clemente Conte y Orozco, 2012). A pesar de esto en la península Ibérica la cantidad de datos disponibles hasta el momento es bastante heterogénea según el periodo cronológico. En este sentido disponemos de pocas investigaciones vinculadas con el análisis de contextos paleolíticos en relación a periodos más recientes, y principalmente con el Neolítico. Del mismo modo apenas se han realizado investigaciones de carácter diacrónico, abarcando desarrollos cronológicos o geográficos de cierta amplitud (Cuenca Solana, 2015). Así por ejemplo hasta los últimos años, cuando ha comenzado a transformarse progresivamente la manera de entender y analizar estos recursos, apenas teníamos referencias para el Paleolítico más allá de su posible uso como contenedor o recipiente en El Juyo (Igollo, Cantabria) (Freeman y Echegaray, 2004), Altamira (Santillana del Mar, Cantabria) (Breuil y Obermaier, 1935, en reedición de 1984) o en la cueva de Parpalló (Gandía, Valencia) (Pericot, 1942). Además de estas evidencias, principalmente interpretadas a través del contexto de los hallazgos, no se han desarrollado nuevas aportaciones para esta cronología hasta los últimos años (Cuenca Solana *et al*., 2013a, 2016a; 2016b) Cuenca Solana y Gutiérrez Zugasti, 2014). De esta forma se ha recuperado la evidencia más antigua hasta el momento para la Península Ibérica en el nivel X de El Cuco (Castro Urdiales, Cantabria), adscrito inicialmente al Auriñaciense pero asignado recientemente al Paleolítico medio (Gutiérrez-Zugasti *et al.,* 2017) (fig. 2). En este caso los resultados obtenidos han permitido relacionar la utilización de un fragmento de *Patella* con el procesado de ocre (Cuenca Solana, 2013). Recientemente también ha sido posible obtener resultados en contextos asignados al Gravetiense, en La Fuente del Salín (Muñorrodero, Cantabria) (Cuenca Solana *et al*., 2013a), al Magdaleniense en El Espinoso (La Franca, Asturias) (Cuenca Solana, 2013), así como a lo largo de toda la secuencia de ocupación asignada al Paleolítico superior en la cueva de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria) (Cuenca Solana *et al.,* 2016a). La mayor parte de los instrumentos asignados a esta cronología son valvas de gasterópodos empleadas parar desarrollar acciones transversales (raspado), de carácter expeditivo y de corta duración (inferido por el bajo grado de desarrollo de las huellas de uso). Generalmente vinculadas con la ejecución de actividades poco especializadas, pero orientadas a procesar una variada gama de materias blandas y semiduras (Cuenca Solana *et al*., 2013a, 2016a, 2016b).

Desde la perspectiva del desarrollo de protocolos experimentales es destacable la propuesta realizada durante los últimos años por L. Tumung y sus colaboradores (Tumung *et al*., 2012, 2015). En concreto esta investigación ha estado orientada a interpretar desde el punto de vista funcional el uso de bivalvos como *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Pecten maximus* (Linné, 1758), *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758) o *Glycymeris nummaria* (Linné, 1758), antes conocida como *Glycymeris violacescens* (Lamarck, 1819). Este trabajo ha sido realizado mediante el empleo de MEB, basado en la realización de experimentaciones de carácter analítico y orientado a la interpretación del material procedente del contexto paleolítico de La Cativera (Tarragona, España) (Tumung *et al*., 2015).

En relación al uso del MEB, durante los últimos años se han desarrollado otras investigaciones, tanto para el estudio funcional (Cuenca Solana *et al.*, 2017), como

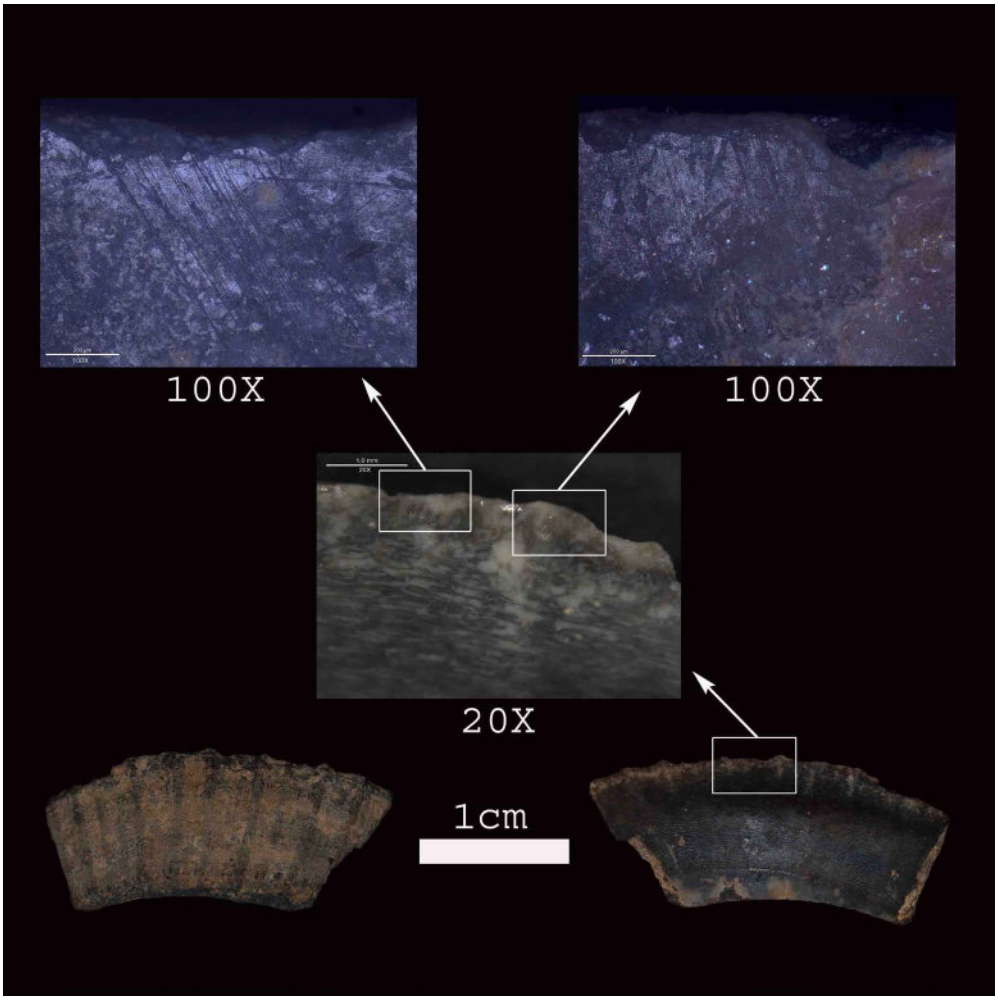


Fig. 2.—Fragmento de *Patella* sp. utilizado para procesar ocre procedente del nivel XIII del Abrigo del Cuco (Castro Urdiales, Cantabria) (Cuenca Solana, 2013, 2015).

también para la realización de análisis químicos (Cuenca Solana *et al*., 2013a, 2016a) (fig. 3). En este caso, los resultados obtenidos mediante el microscopio electrónico de barrido han permitido confirmar y profundizar en la interpretación funcional. Permitiendo relacionar la utilización del utillaje con la realización de algunos procesos técnicos vinculados con expresiones del mundo simbólico de los grupos humanos prehistóricos (Cuenca Solana *et al*., 2013a, 2016a).

Por otra parte, hasta el momento se han desarrollado muy pocos análisis de funcionalidad sobre este tipo de utillaje procedente de contextos mesolíticos. Esto contrasta con el incremento considerable de la explotación de recursos malacológicos en los contextos litorales de esta cronología en la península Ibérica (Cantillo *et al*.,

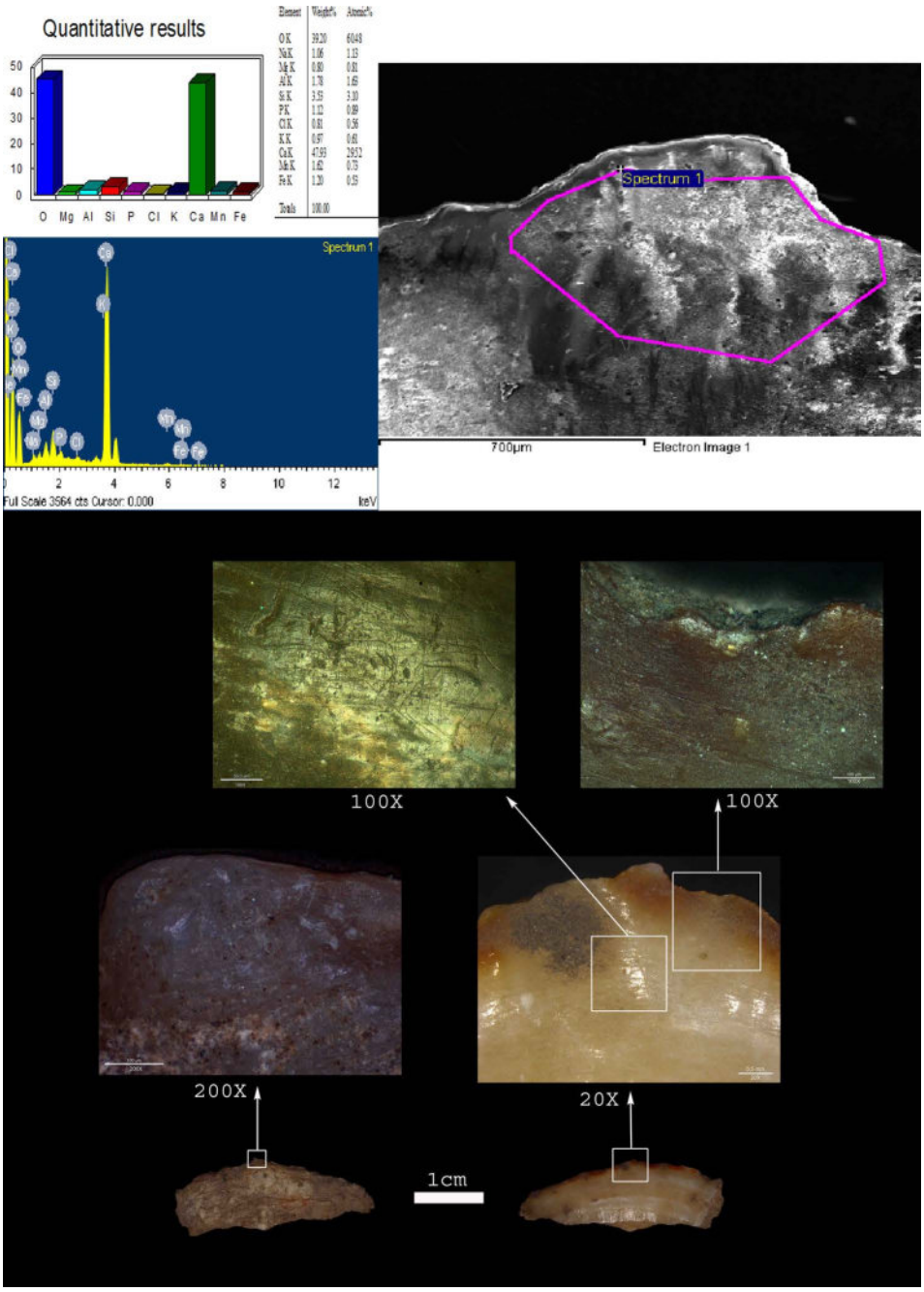


Fig. 3.—Resultados obtenidos mediante MEB sobre una concha de *Patella* sp. asignada al Gravetiense y procedente de La Fuente del Salín (Muñorrodero, Cantabria). El análisis mostró la presencia de Fe, Mn y Mg en la zona activa empleada como útil (parte superior) junto a las huellas de uso documentadas a nivel macro y microscópico (parte inferior).

2010; Gutiérrez Zugasti, 2009). En este sentido, recientemente se han analizado varios contextos de la vertiente Atlántica de la península Ibérica, localizados tanto en el norte, El Toral III (Andrín, Asturias) (Cuenca Solana, 2013) (fig. 4), como en el sur, El Retamar (Puerto Real, Cádiz) y Embarcadero del río Palmones (Algeciras, Cádiz) (Cuenca Solana *et al.*, 2013b). A nivel general los resultados obtenidos en estos contextos muestran una importante vinculación de los instrumentos de concha

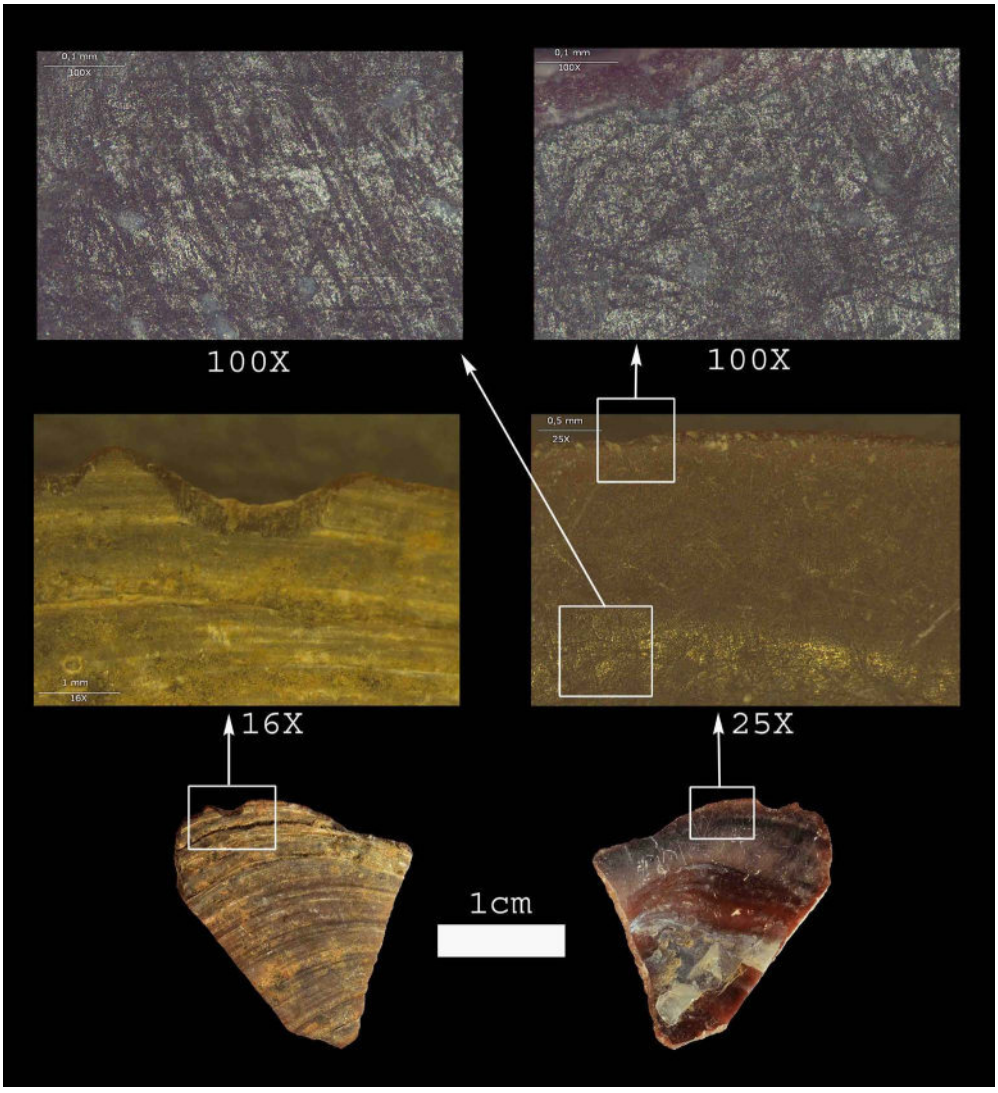


Fig. 4.—Fragmento de *Mytilus galloprovincialis* con huellas de uso vinculadas con el procesado de fibras vegetales procedente del nivel 13 de El Toral III (San Roque, Asturias) asignado al Mesolítico (Cuenca Solana, 2013).

con el procesado de vegetales, fundamentalmente para la obtención de fibras (Cuenca Solana, 2013, 2015). Los resultados obtenidos son de gran interés al tratarse de una utilización relacionada con materias perecederas, de difícil conservación en los registros arqueológicos y que generalmente solo pueden ser reconocidos a través de la aplicación del análisis funcional sobre el utillaje. La investigación, actualmente en curso, de nuevos contextos permitirá mejorar nuestra comprensión acerca del rol desempeñado por este utillaje durante el Mesolítico, sobre todo en aquellos sitios con una baja densidad de tecnología lítica y ósea.

Respecto al Neolítico se han desarrollado investigaciones tanto en la zona norte de la península Ibérica, en la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia) (Cuenca Solana *et al.,* 2010; Gutiérrez Zugasti *et al*., 2011), como en el sur, en los yacimientos de SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz) y Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) (Cuenca Solana *et al*., 2013b). También en la zona mediterránea, como el análisis realizado sobre la colección malacológica de La Draga (Clemente Conte y Cuenca Solana, 2011), Serra del Mas Bonet (Clemente *et al.,* 2014a) o en Costamar (Castellón) (Clemente y Orozco, 2012) (fig. 5). Igualmente es destacable el estudio realizado en el yacimiento de Coro Trasito (Sobrarbe, Huesca) (Clemente Conte *et al.,* 2014b), localizado a gran distancia de la costa en una zona de alta montaña. Los resultados obtenidos para esta cronología muestran el uso de fragmentos o de valvas completas de bivalvos, y en menor medida de gasterópodos, vinculados con el procesado de materias de origen vegetal, animal (Clemente y Cuenca Solana, 2011; Cuenca Solana *et al*., 2013b) y mineral (Clemente Conte *et al.,* 2014b). Uno de los aspectos más característicos durante el Neolítico es una utilización más prolongada de este utillaje respecto a lo evidenciado en los contextos paleolíticos y mesolíticos. Aunque será necesario aumentar el número de contextos analizados para poder verificar o refutar esta hipótesis, esto podría implicar un uso diferente de este utillaje entre los grupos de cazadores-recolectores y de agricultores-ganaderos (Cuenca Solana, 2013, 2015).

Hasta el momento se han desarrollado muy pocas investigaciones orientadas a analizar estas evidencias desde el punto de vista funcional en contextos de cronologías posteriores al Neolítico. En este sentido los instrumentos documentados en contextos calcolíticos y campaniformes del área valenciana (Pascual Benito, 2008) o calcolíticos y de Edad del Bronce en Andalucía (López *et al*., 1995; Maicas Ramos, 2008), han sido analizados a partir de la observación macroscópica o la interpretación contextual. De esta forma con respecto a estas cronologías solamente la colección malacológica procedente del sitio calcolítico de El Hornazo (Villamar, Burgos), ha sido analizada, aunque sin éxito, desde una propuesta traceológica (Gutiérrez Zugasti *et al*., 2014).

3. LOS PRINCIPALES RETOS PARA LAS PRÓXIMAS DÉCADAS

A pesar del incremento, tanto cuantitativo como también metodológico, de las analíticas de funcionalidad orientadas al estudio de estas evidencias durante los

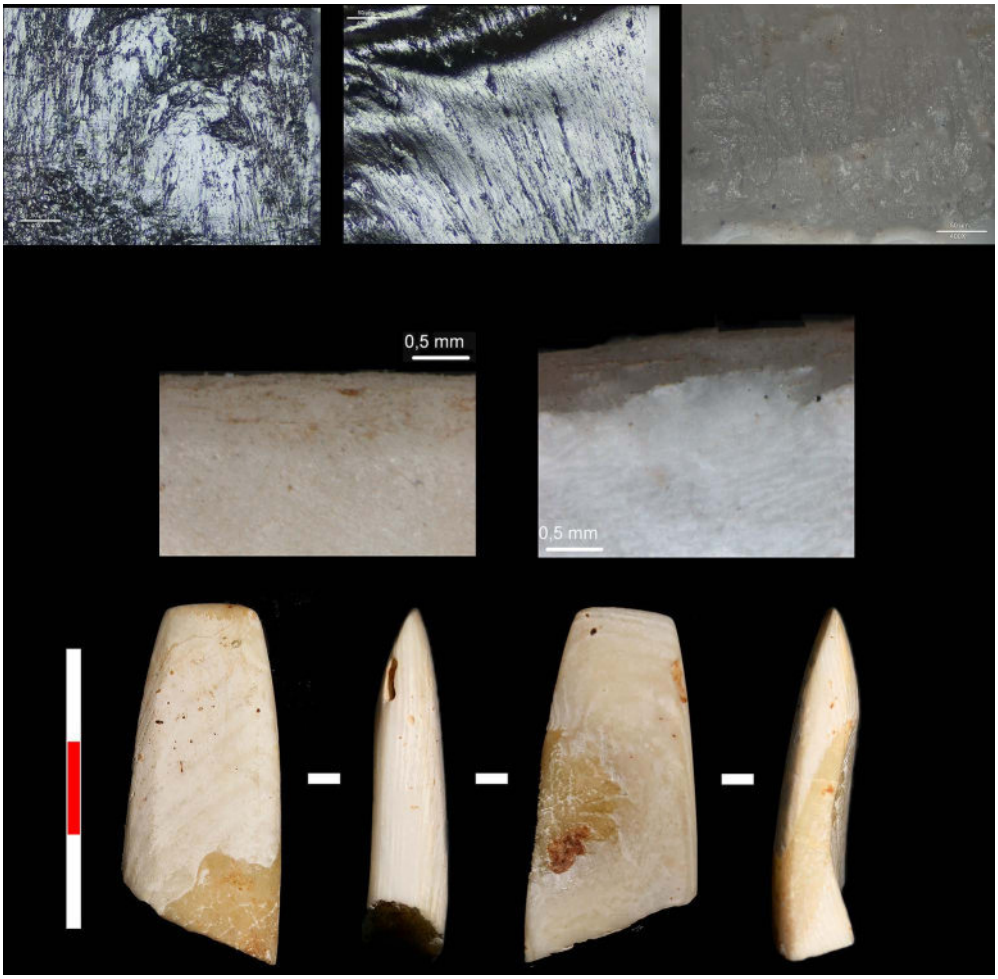


Fig. 5.—Azuela manufacturada mediante concha de *Spondylus gaederopus* Linné 1758, procedente del sitio neolítico de Costamar (Castellón). Aspecto de la superficie mediante lupa binocular (imágenes centrales) y a través del microscopio metalográfico a 400 X (imágenes superiores) (Clemente y Orozco, 2012).

últimos años, aún quedan algunos retos por superar en el transcurso de las próximas décadas. En este sentido un repaso general por las investigaciones realizadas muestra la preponderancia del uso de los sistemas de observación a bajos aumentos. Por el contrario, continúan siendo minoritarios los trabajos basados en la traceología, es decir realizados mediante la combinación de altos y bajos aumentos para la observación, y la experimentación analítica como herramienta interpretativa del material arqueológico. De esta forma consideramos prioritario aumentar la cantidad de aplicaciones realizadas desde esta metodología. La argumentación de esta propuesta reside en que, si bien el estudio macroscópico permite documentar el

uso de algunos de estos artefactos, la ausencia de análisis microscópico impide la formulación de hipótesis respecto a su funcionalidad. Así solamente la combinación de los rastros de uso a nivel macroscópico y microscópico permite generar hipótesis interpretativas que serán verificadas/refutadas a través de la experimentación analítica. En relación a esta cuestión, otro aspecto clave para los próximos años será incrementar la cantidad de experimentaciones de carácter analítico (González Urquijo e Ibáñez Estévez, 1994). Así hasta el momento gran parte de los trabajos realizados con este tipo de soportes se han efectuado sin realizar programas experimentales, o en muchos casos a través de aproximaciones de carácter prospectivo. Sin olvidar el papel importante que pueden desempeñar este tipo de propuestas metodológicas, principalmente en una fase inicial de la investigación, solamente a partir de la información generada desde el control de variables puede alcanzarse un grado de interpretación que permita acercarnos a comprender las estrategias de subsistencia de los grupos humanos.

Otro aspecto que debemos tener en cuenta para el desarrollo de las futuras investigaciones está relacionado con los problemas derivados de la diferente composición y la microestructura de las conchas de cada taxón. Este aspecto obliga a que la valva de cada especie sea analizada como una materia prima diferente (Cuenca Solana *et al.,* 2017), por lo que los protocolos experimentales deben desarrollarse en función del contexto arqueológico específico que analizamos. En este sentido, en trabajos anteriores ya se ha puesto de manifiesto que el desarrollo de las huellas de uso al procesar una misma materia mediante la utilización de valvas de diferente especie puede generar rastros significativamente diferentes (Cuenca Solana, 2013; Cuenca Solana *et al.,* 2017).

Desde otra perspectiva, la revisión crítica de los trabajos realizados durante las últimas décadas muestra la necesidad de homogeneizar algunos aspectos vinculados con la divulgación científica de nuestros estudios. Así la presencia de fotos de calidad, tanto a nivel macroscópico como microscópico, o el establecimiento de comparativas entre los materiales experimentales y arqueológicos, contribuirá en el futuro a favorecer la interrelación de los datos obtenidos por diferentes investigadores.

Otra de las cuestiones fundamentales para el progreso de la disciplina será intentar profundizar en las interpretaciones funcionales más allá de la mera identificación de las materias procesadas y las acciones desarrolladas. En este sentido consideramos que intentar relacionar el uso de un instrumento de trabajo con el desarrollo y organización (espacial y social) de las actividades productivas desarrolladas por los grupos humanos debería de ser el objetivo de cualquier investigación de este tipo. Sin embargo, la realidad es que la identificación de las materias procesadas constituye el punto final de muchos trabajos de funcionalidad. Como consecuencia el análisis traceológico se convierte en una aportación de perfil técnico al servicio de incorporar pluridisciplinaridad a los proyectos de investigación. De este modo consideramos que las investigaciones basadas en los estudios de funcionalidad requieren realizar un esfuerzo por reconstruir todos los procesos vinculados con la vida útil del instrumento de trabajo, desde su captación como recurso natural hasta su abandono (Cuenca Solana, 2014; Clemente Conte, en este volumen). En el caso

concreto de este tipo de soportes es sumamente importante analizar cómo y dónde se ha recolectado la materia prima, su proceso de manufactura, así como finalmente su uso y descarte. De esta forma la información respecto al tipo de contexto donde fueron recolectadas (costa abierta, estuario, fluvial, lacustre), si la captación tuvo o no un uso primario orientado al consumo alimenticio (posible captación *post-mortem*, distancia de la costa al yacimiento), o la posible selección de los soportes empleados (estudio taxonómico y biométrico de la colección), son algunos de los aspectos que pueden ser analizados más allá de la mera identificación de las materias procesadas. De igual modo, el análisis de los posibles procesos de formatización o modificación de las características naturales de las conchas para su adecuación al uso al que son orientados es otro elemento clave. En este caso juega un papel esencial el trabajo experimental orientado a distinguir las alteraciones que sufren este tipo de materiales, tanto de carácter biológico, como tafonómico (Cuenca Solana, 2013) o derivadas de la intervención arqueológica (Cuenca Solana, 2010). A partir de aquí la interpretación de las huellas de uso, desde la inferencia que proporcionan los programas experimentales analíticos, permitirá profundizar en el papel de estos artefactos en el desarrollo de las actividades productivas de los grupos humanos, y por extensión en una mayor y mejor comprensión sobre los modos de vida de éstos.

El avance en algunas de estas cuestiones en el futuro fortalecerá la base metodológica vinculada con el estudio del utillaje de concha, y paralelamente contribuirá a generar un mayor interés por efectuar este tipo de analíticas sobre las colecciones malacológicas. En este sentido, consideramos que en el transcurso de los próximos años será fundamental sumar nuevos estudios que palíen los vacíos de información que actualmente presentan algunos periodos. En definitiva, solamente la implementación de este tipo de analíticas permitirá que en el futuro los recursos malacológicos sean interpretados desde una perspectiva ajustada al papel real que desempeñaron en las estrategias de subsistencia de los grupos humanos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco de sendos proyectos financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad (HAR2010-22115-C02-01 y HAR2013-46802-P). DCS es financiado actualmente por esta misma entidad a través de un contrato postdoctoral del Programa de Investigación Juan de la Cierva-Incorporación (IJCI-2014-20590). Agradecemos los comentarios y sugerencias de los revisores ya que han contribuido a mejorar la versión final del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

BARTON, H. y WHITE, J. P. (1993): "Use of stone and shell artifacts of Balof 2, New Ireland, Papua New Guinea", *Asian Perspectives* 32:2, pp. 169-181.

BREUIL, A. y OBERMAIER, H. (1935): *La cueva de Altamira en Santillana del Mar*, Ediciones El Viso, Santander (reedición de 1984).

CANTILLO, J.J., RAMOS, J., SORIGUER, M., PÉREZ, M., VIJANDE, E., BERNAL, D., DOMÍNGUEZ-BELLA, S., ZABALA, C., HERNANDO, J. y CLEMENTE, I. (2010): "La explotación de los recursos marinos por sociedades cazadoras-recolectoras-mariscadoras y tribales comunitarias en la región histórica del Estrecho de Gibraltar", *I Reunión de Arqueomalacología de la Península Ibérica* (González Gómez, E., Bejega García, V., Fernández Rodríguez, C. y Fuertes Prieto, N. eds.). Férvedes 6, pp. 105-113.

CHOI, K. y DRIWANTORO, D. (2007): "Shell tool use by early members of Homo erectus in Sangiran, central Java, Indonesia: cut mark evidence", *Journal of Archaeological Science* 34, pp. 48-58.

CLAASSEN, C. (1998). *Shells*, Cambridge University Press, Cambridge.

CLEMENTE CONTE, I. (2001): "Уникальный рабочий инструмент из панцира черепахи со стоянки Замостье 2", *Каменный век Европейской Равнина,* Museo Sergiev Posad, Moscú, pp. 311-313.

CLEMENTE, I. y CUENCA SOLANA, D. (2011): "Instrumentos de trabajo de concha en el yacimiento Neolítico de La Draga", *El poblat lacustre del neolític antic de la Draga. Excavacions 2000-2005* (Bosch Lloret, A., Chinchilla Sánchez, J. y Tarrús Galter, J., coords.), Monografies del CASC 9, Museu d'Arqueologia de Catalunya y Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, Girona, pp. 106-112.

CLEMENTE CONTE, I. y CUENCA SOLANA, D. (2015): "Rol de los instrumentos de trabajo en concha de molusco en las estrategias económicas de los grupos humanos prehistóricos" [Роль рабо чих инс трументов из рако вин моллюско в в хозяйс тве древнего чело века], *Traces in the History. Dedicated to 75 anniversary of Viacheslav E. Shchelinsky* (Lozovskaya, O. V., Lozovski, V. M. y Girya, E.Y., eds.), Russian Academy of Science. Institute for the History of Material Culture, St. Petersburg, pp. 133-150.

CLEMENTE CONTE, I., CUENCA SOLANA, D., OLIVA POVEDA, M., ROSILLO TURRÀ, R., PALOMO PÉREZ, A. (2014a): "Comparative analysis of Mytilus shell implements from two Neolithic sites in NE Iberia: La Draga and Serra del Mas Bonet (Girona)", *International Conference on Use-Wear Analysis. Use-Wear 2012* (Marreiros, J., Gibaja, J. y Bicho, N.. eds), Springer, New York, pp. 615-626.

CLEMENTE CONTE, I., GASSIOT BALBÉ, E. y REY LANASPA, J. (2014b): *Sobrarbe antes de Sobrarbe: pinceladas de Historia de los Pirineos*, Centro de Estudios de Sobrarbe. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Zaragoza.

CLEMENTE CONTE, I., GYRIA, E.Y., LOZOVSKAYA, O.V. y LOZOVSKI, V.M. (2002): "Análisis de instrumentos en costilla de alce, mandíbulas de castor y caparazón de tortuga de Zamostje 2 (Rusia)", *Análisis Funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas* (Clemente, I., Gibaja, J. F. y Risch, R., eds.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 187-196.

CLEMENTE CONTE, I. y LOZOVSKAYA, O.V. (2011). "Los incisivos de castor utilizados como instrumentos de trabajo. Rastros de uso experimentales para una aplicación arqueológica: el caso de Zamostje 2", *La investigación experimental aplicada a la arqueología* (Morgado, A., Baena, J. y García González, D., eds.), Universidad de Granada, Universidad Autónoma de Madrid y Asociación Española de Arqueología Experimental, Ronda, pp. 227-234.

CLEMENTE CONTE, I., MORENO RUDOLPH, F., LÓPEZ MAZZ, J. y CABRERA PÉREZ, L. (2010): "Manufactura y uso de instrumentos en hueso en sitios prehistóricos del Este de Uruguay" *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 12, pp. 77-95.

CLEMENTE CONTE , I. y OROZCO KÖHLER, T. (2012): "El uso de conchas marinas como soporte de útiles pulimentados: una pieza re-

cuperada en Costamar (Castellón)", *Saguntum* 44, pp. 39-46.

COURTIN, J. y VIGIÉ, B. (1987): "Le problème des coquillages à bord dentelé dans la Préhistoire du midi de la France", *Mésogée* 47, pp. 93-98.

CRISTIANI, E., LEMORINI, C., MARTINI, F. y SARTI, L. (2005): "Scrappers of *Callista chione* from Grotta del Cavallo (Middle Paleolithic cave in Apulia): evaluating use-wear potential", *From hooves to horns, from mollusc, to mammoth. Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to the present* (Luik, H., Chayke, A. M.; Batey, C. E. y Lõugas, L., eds.). Procedings of the 4th meeting of the ICAZ Worked bone Research Group at Tallin, 26th-31st of August 2003, Tallin, pp. 319-324.

CUENCA SOLANA, D. (2010): "Los efectos del trabajo arqueológico en conchas de *Patella* sp. y *Mytilus galloprovincialis* y su incidencia en el análisis funcional", *I Reunión de Arqueomalacología de la Península Ibérica* (González Gómez, E., Bejega García, V., Fernández Rodríguez C. y Fuertes Prieto, N., eds.). Férvedes 6, pp. 43-51.

CUENCA SOLANA, D. (2013): *Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de los cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, Serie Tesis Doctorales 4, Santander.

CUENCA SOLANA; D. (2014): "Utilización instrumental de recursos malacológicos en la península Ibérica: una visión crítica de los enfoques teórico-metodológicos propuestos", *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 15, pp. 39-51.

CUENCA SOLANA, D. 2015. The use of shells by hunter-fisher-gatherers and farmers from the early upper Palaeolithic to the Neolithic in the european Atlantic façade: a technological perspective, *Journal of Island and Coastal Archaeology* 10:1, pp. 52-75.

CUENCA SOLANA, D., CANTILLO DUARTE, J. J., VIJANDE VILA, E., MONTAÑÉS CABALLERO, M., CLEMENTE CONTE, I. y VILLALPANDO MORENO, A. (2013b): "Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en sociedades tribales comunitarias del sur de la península Ibérica. El ejemplo de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) y SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz)", *Zephyrus* LXXII, pp. 95-111.

CUENCA SOLANA, D., CLEMENTE CONTE, I., OLIVA, M. y GUTIÉRREZ ZUGASTI, I. (2014): "Estudio de la manufactura y/o uso de instrumentos de trabajo y elementos de adorno de concha desde la aplicación de metodología de análisis funcional", *Archaeofauna. International Journal of Archaeozoology* 23, pp. 9-24.

CUENCA SOLANA, D., CLEMENTE CONTE, I. y GUTIÉRREZ ZUGASTI. F. I. (2010): "Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: Programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos", *Trabajos de Prehistoria* 67, pp. 211-225.

CUENCA SOLANA, D., DUPONT, C. y HAMON, G. (2015a): "Instrumentos de concha y producción cerámica en los grupos tribales neolíticos de la costa atlántica del oeste de Francia", *La Investigación Arqueomalacológica en la Península Ibérica: Nuevas Aportaciones* (Gutiérrez Zugasti, I., Cuenca Solana, D. y González Morales, M. R., eds.). Actas de la IV Reunión de Arqueomalacología de la Península Ibérica, Nadir Ediciones, Santander, pp. 101-111.

CUENCA SOLANA, D. y GUTIÉRREZ ZUGASTI, I. (2014): "Los instrumentos de concha en las actividades productivas de formaciones-económico-sociales de la costa cantábrica durante el Paleolítico superior", *Moluscos y púrpura en contextos arqueológicos atlántico-mediterráneos. Nuevos datos y reflexiones en clave de proceso histórico* (Cantillo, J. J., Bernal, D. y Ramos, J., eds.). Actas de la III Reunión Científica de Arqueomalacología de la Península Ibérica, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz, pp. 17-24.

CUENCA SOLANA, D.; GUTIÉRREZ ZUGASTI, F. I. y CLEMENTE CONTE, I. (2011): "The use of molluscs as tools by coastal human groups: contribution of ethnographical studies to research on Mesolithic and early Neolithic contexts in Northern Spain", *Journal of Anthropological Research* 67:1, pp. 77-102.

CUENCA SOLANA, D.; GUTIÉRREZ ZUGASTI, F. I. y GONZÁLEZ MORALES, M.R. (2016b): "Shell tools and subsistence strategies during the Upper Palaeolithic in northern Spain", *Archaeology of maritime hunter-gatherers: From settlement function to the organization of the coastal zone/Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes: de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral* (Marchand, G. y Dupont, C., eds.), Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014, URL: http://www.prehistoire.org/515_p_47827/acces-libre-seance-6-archeologie-des-chasseurs-cueilleurs-maritimes-de-la-fonction-des-habitats-a-l-organisation-de-l-espace littoral.html

CUENCA SOLANA, D, GUTIÉRREZ ZUGASTI, I. y GONZÁLEZ MORALES, M. R. (2017): "Use-wear analysis: optimal methodology for the study of the shell tools", *Quaternary International* 427 (part A), pp. 192-200.

CUENCA SOLANA, D., GUTIÉRREZ ZUGASTI, I., GONZÁLEZ MORALES, M. R., SETIÉN MARQUINEZ, J., RUIZ MARTINEZ, E., GARCÍA MORENO, A. y CLEMENTE CONTE. I. (2013a): "Shell Technology, Rock Art, and the Role of Marine Resources during the Upper Paleolithic", *Current Anthropology* 54:3, pp. 370-380.

CUENCA SOLANA, D., RUIZ REDONDO, A., GUTIÉRREZ ZUGASTI, I., GONZÁLEZ MORALES, M. R., SETIÉN MARQUÍNEZ, J., RUIZ MARTÍNEZ, E., PALACIO PÉREZ, E., DE LAS HERAS MARTÍN, C., PRADA FREIXEDO, J. A. y LASHERAS CORRUCHAGA, A. (2016a): "Insights into rock art painting techniques: shell tools from the upper Palaeolithic of Altamira cave (northern Spain)", *Journal of Archaeological Science* 74, pp. 135-151.

DACAL MOURE, R. (1978): *Artefactos de concha en las comunidades aborígenes cubanas*, Universidad de La Habana, Cuba.

DACAL MOURE, R. y RIVERO DE LA CALLE, M. (1984): *Arqueología aborigen de Cuba*, Editorial Gente Nueva, La Habana.

DOUKA, K. (2011): "An Upper Palaeolithic shell scraper from Ksar Akil (Lebanon)", *Journal of Archaeological Science* 38, pp. 429-437.

DOUKA, K. y SPINAPOLICE, E. E. (2012): "Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece", *Journal of World Prehistory* 25:2, pp. 45-79. DOI: 10.1007/s10963-012-9056-z

DUPONT, C. (2006) : *La malacofaune des sites mésolithiques et néolithiques de la façade atlantique de la France. Contribution à l´economie et à l´identité culturelle des groupes concernés*, British Archaeological Reports. International Series 1571, Oxford.

DUPONT C. y CUENCA SOLANA D. (2014): "Outil ou parure sur coquille marine", *Une enceinte du Néolithique moyen II, des fosses du Néolithique moyen I et du Bronze final sur le littoral de la Mer du Nord. Escalles «Mont d'Hubert», Nord-pas-de-Calais, Contribution au rapport de fouille préventive* (Praud, I., dir.), Inrap, pp. 138-159.

FREEMAN, L. G. y GONZÁLEZ ECHEGARAY, J. (2004): "Minimally retouched magdalenian bone artifacts from El Juyo (Cantabria, Spain)", *Zona Arqueológica* IV, pp. 171-176.

GRUET, M., LEMONNIER L. y GRUET, Y. (1999): "Les coquilles marines", *Les enceintes néolithiques de Diconche à Saintes (Charente-Maritime). Une périodisation de l'Artenac* (Burnez, C. y Fouéré, P., dirs.), Association des Publications Chauvinoises (Mémoire XV) y Société Préhistorique Française (Mémoire XXV), Paris, vol. 1, pp. 139-146.

GUTIÉRREZ ZUGASTI, F. I. (2009): *La explotación de moluscos y otros recursos litorales en la región cantábrica durante el Pleistoceno final y el Holoceno inicial,* PubliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria, Santander.

GUTIÉRREZ ZUGASTI, F. I., CUENCA SOLANA, D., CLEMENTE CONTE, I., GONZÁLEZ SAINZ, C. y LÓPEZ-QUINTANA, J. C. (2011): "Instrumentos de trabajo y elementos de adorno en conchas de molusco de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)", *La cueva de Santimamiñe: revisión y actualización (2004-2006)* (López Quintana, J. C., dir.), Kobie. Serie Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia 1, Bilbao, pp. 155-170.

GUTIÉRREZ ZUGASTI, I., CARMONA BALLESTERO, E., CUENCA SOLANA, D., PASCUAL BLANCO, S. y VEGA MIGUEL, J. J. (2014): "El papel de los moluscos de agua dulce du-

rante el Calcolítico en la meseta: una visión desde el yacimiento de El Hornazo (Villimar, Burgos)", *Moluscos y púrpura en contextos arqueológicos atlántico-mediterráneos. Nuevos datos y reflexiones en clave de proceso histórico* (Cantillo, J. J., Bernal, D. y Ramos, J., eds.). Actas de la III Reunión Científica de Arqueomalacología de la Península Ibérica, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz, pp. 71-79.

GUTIÉRREZ-ZUGASTI, I., RÍOS-GARAIZAR, J., MARÍN-ARROYO, A. B., RASINES DEL RÍO, P., MAROTO, J., JONES, J.R., BAILEY, G.N. y RICHARDS, M.P. (2017): "A chronocultural reassessment of the levels VIeXIV from El Cuco rock-shelter: A new sequence for the Late Middle Paleolithic in the Cantabrian region (northern Iberia)", *Quaternary International.* DOI: http://dx.doi.org/ 10.1016/j.quaint.2017.06.059

HEIZER, R. F. (ed.) (1978): *Handbook of the North American Indians. Vol. 8. California*, Smithsonian Institution, Washington.

GONZÁLEZ URQUIJO, J. E. e IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. J. (1994): *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*, Cuadernos de Arqueología 14, Universidad de Deusto, Bilbao.

JONES, S. y KEEGAN, W. F. (2001): "Expedient Shell Tools from the Northern West Indies", *Latin American Antiquity* 12:3, pp. 274-290.

LAMMERS-LEIJSER, Y. M. J. (2008): *Tracing Traces from Present to past. A funtional analysis of pre-Columbian shell and stone artefacts from Anse à la Gourde and Morel, Guadaloupe, FWI*, Archaeological Studies Leiden University 15, Leiden University Press, Leiden.

LÓPEZ, J. L., RUIZ, J. A y BUENO, P. (1995): "Malacología arqueológica. Dos ejemplos del Bronce Final Gaditano", *Revista de Arqueología* 174, pp. 6-13.

MAICAS RAMOS, R. (2008): "Objetos de concha: algo más que adornos en el Neolítico de la cuenca de Vera (Almería)", *IV Congreso del Neolítico Peninsular. 27-30 de noviembre 2006* (Hernández Pérez, M. S., Soler Díaz, J. A. y López Padilla, J. A., eds.), MARQ, Diputación Provincial de Alicante, Alicante, tomo II, pp. 313-319.

MAIGROT, Y. (2003): *Étude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales, la station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France),* Tesis doctoral, Université de Paris I, Paris.

MANCA, L. (2013): *Fonctionnement des sociétés de la fin du Néolithique au début de l'âge du Cuivre en Sardaigne. Une approche inédite à partir de l'étude des productions en matières dures animales*, Tesis doctoral, Université d'Aix–Marseille, Aix-en-Provence.

MANSUR, M. E. y CLEMENTE CONTE, I. (2009): "¿Tecnologías invisibles? Confección, uso y conservación de instrumentos de valva en Tierra del Fuego", *Arqueología argentina en los inicios de un nuevo siglo* (Oliva, F., Grandis, N. de y Rodríguez, J., comps.), Laborde Editor, Rosario, vol. 2, pp. 359-367.

MARQUARDT, W. H. y PAYNE C. (1992): *Culture and environment in the domain of the Calusa,* Institute of Archaeology and Paleoenvironmental Studies. Monograph 1, University of Florida, Gainesville.

MARTINEAU, R. y MAIGROT, Y. (2004): "Les outils en os utilisés pour le façonnage des poteries néolithiques de la station 4 de Chalain (Jura, France)", *Approches fonctionnelles en Préhistoire* (Bodu, P. y Constatin, C., eds.), Actes du XXVe Congrès de Société Préhistorique Française. Nanterre, nov. 2000, Société Préhistorique Française, Paris, pp. 83-95.

MELAINEY, M., ÁLVAREZ, M., BRIZ I GODINO, I., ZURRO, D., VERDÚN I CASTELLÓ, E., FIGOL, T. (2015): "The use of shells as tools by hunters-gatherers in the Beagle Channel (Tierra del Fuego, South America): an ethnoarchaeological experiment", *Archaeological and Anthropological Sciences* 7, pp. 187-200.

MOORE, C. B. (1921): Notes on shell implements from Florida, *American Antropologist* 23:1, pp. 12-18.

PASCUAL BENITO, J. L. (2008): "Instrumentos neolíticos sobre soporte malacológico de las comarcas centrales valencianas", *IV Congreso del Neolítico Peninsular. 27-30 de noviembre 2006* (Hernández Pérez, M. S., Soler Díaz, J. A. y López Padilla, J. A., eds.), MARQ, Diputación Provincial de Alicante, Alicante, tomo II, pp. 290-297.

PAWLIK, A. F., PIPER, P. J., WOOD, R. E., LIM, K. K. A., FAYLONA M. G., MIJARES, A. S. B. y PORR, M. (2015): "Shell tool technology in Island Southeast Asia: an early Middle Holocene Tridacna adze from Ilin Island, Mindoro, Philippines", *Antiquity* 89, pp. 292-308. DOI: 10.15184/aqy.2015.3

PERICOT, L. (1942): *La Cueva del Parpalló (Gandía)*, CSIC-Instituto Diego Velázquez, Madrid.

PÉTILLON, J. M., (2006): *Des Magdaléniens en Armes. Technologie de Projectile en Bois de Cervidé du Magdalénien Supérieur d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*, Éditions du Cedarc, Treignes.

PÉTILLON, J. M. (2008): "First evidence of a whale-bone industry in the western European Upper Paleolithic: Magdalenian artifacts from Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France)", *Journal of Human Evolution* 54, pp. 720-726.

PROUS, A. (1992): "Os moluscos e a arqueologia brasileira", *Arquivos do Museu de História Natural* 11, pp. 241-298.

RODRÍGUEZ, A. y NAVARRO, J. F. (1999): "La industria malacológica de la cueva de El Tendal (San Andrés y Sauces, isla de La Palma)", *Vegueta* 4, pp. 75-100.

ROMAGNOLI, F., BAENA, J., PARDO NARANJO, A. I. y SARTI, L. (2015c): "Evaluating the performance of the cutting edge of Neanderthal shell tools: A new experimental approach. Use, mode of operation, and strength of *Callista chione* from a behavioural, Quina perspective", *Quaternary International*. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.021

ROMAGNOLI, F., MARTINI, F. y SARTI, L. (2015a): "Neanderthal use of *Callista chione* shells as raw material for retouched tools in south-east Italy. Analysis of Grotta del Cavallo Layer L assemblage by a new methodology", *Journal of Archaeological Method and Theory* 22, pp. 1007-1037.

ROMAGNOLI, F., BAENA, J. y SARTI, L. (2015b): "Neanderthal retouched shell tool and Quina economic and technical strategies: an integrated behavior", *Quaternary International*. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.034

SALANOVA, L. (1992): "Le décor à la coquille dans le campaniforme du Sud-Finistère", *Revue archéologique de l'ouest* 9, pp. 79-81.

SEMENOV, S. A. (1964): *Prehistoric Technology*, Cory Adams and Mackay, London.

SERRAND, N. (2008): "The use of molluscs in the Precolummbian Amerindian Lesser Antilles: Human, Animal, and the environmental Parameters (with an emphasis on metrics)", *Archaeofauna* 17, pp. 21-34.

SERRAND, N. y BONISSENT, D. (2005): "Pre-Columbian Preceramic shellfish consumption and shell tool production: shell remains from Orient Bay, Saint Martin, Northern Lesser Antilles", *Archaeomalacology: Molluscs in former environments of human behavior* 9 (Bar-Yosef, D., ed.), Proceedings of the 9th ICAZ Conference, Durham, 2002, Oxbow Books, Oxford, pp. 29-39.

SCHMIDT, L., ANDERSON, A. y FULLAGAR, R. (2001): "Shell and Bone Artefacts from the Emily Bay Settlement Site, Norfolk Island", *Records of the Australian Museum*. Supplement 27, pp. 67–74.

SUÁREZ, L. (1974): *Técnicas prehispánicas en los objetos de concha*, Instituto Nacional de Antropología e Historia. Colección Científica: Arqueología 14, México.

SZABÓ, K. (2008): "Shell as a Raw Material: Mechanical Properties and Working Techniques in the Tropical Indo-West Pacificic", *Archaeofauna* 17, pp. 125-138.

SZABÓ, K., ADAM, B. y BELLWOOD, P. (2007): "Shell artefact production at 32.000-28.000 BP in Island Southeast Asia. Thinking across media?", *Current Antropology* 48:5, pp. 701-723.

SZABÓ, K. y KOPPEL, B. (2015): "Limpet shells as unmodified tools in Pleistocene Southeast Asia: an experimental approach to assessing fracture and modification", *Journal of Archaeological Science* 54, pp. 64-76.

TABORIN, Y. (1974): "La parure en coquillage de l'Epipaleolithique au Bronce Ancien en France", *Gallia Préhistoire* 17, pp. 101-179.

TOHT, N. y WOODS, M. (1989): "Molluscan shell knives and experimental cut-marks on bones", *Journal of Field Archaeology* 16, pp 250-255.

TUMUNG, L., BAZGIR, B., AHMADI, K., SHADMEHR, A. (2012): "Understanding the use-wears on non-retouched shells *Mytilus galloprovincialis* and *Ruditapes decussatus* by performing wood working experiment: an experimental approach", *IOP Conference Series*

Materials Science and Engineering. July 2012. DOI:10.1088/1757-899X/37/1/012017

TUMUNG, L., BAZGIR, B. y OLLÉ, A. (2015): "Applying SEM to the study of use-wear on unmodified shell tools: an experimental approach", *Journal of Archaeological Scienc*e 59, pp. 179-196.

VIGIÉ, B. (1987): "Essai d'étude méthodologique d'outils sur coquillages de la grotte de Camprafaud (Ferrières-Poussarou, Hérault)", *L'Anthropologie* 91:1, pp. 253-272.

VIGIÉ, B. (1992): *Recherches sur l'exploitation des ressources aquatiques dans le midi Méditerranéen Français au Postglaciaire*, Tesis doctoral, Université de Provence Aix- Marseille, Aix-en-Provence.

VIGIÉ, B. (1995): "Du déchet alimentaire à l'objet coquillier: le statut des coquillages en milieu archéologique", *L´Homme préhistorique et la mer* (Camps, G., ed.), Proceedings of the 120th Congress National des Sociétés historiques et scientifiques, Editions du CTHS, Paris, pp. 351-354.

VIGIÉ, B. y COURTIN, J. (1986): "Les outils sur coquilles marines dans le Néolithique du midi de la France", *Mésogée* 46, pp. 51-61.

WESTON, E., SZABÓ, K. y STERN, N. (2015): "Pleistocene shell tools from Lake Mungo lunette, Australia: Identification and interpretation. Drawing on experimental archaeology", *Quaternary International*. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.048

PERFORACIÓN MANUAL *VERSUS* PERFORACIÓN MECÁNICA EN LA PREHISTORIA. APORTACIONES DESDE LA TRACEOLOGÍA

Manual drilling *versus* mechanical drilling in Prehistory.
Contributions from Traceology

CARMEN GUTIÉRREZ SÁEZ *, PEDRO MUÑOZ MORO *,
MARÍA CRISTINA LÓPEZ RODRÍGUEZ * e IGNACIO MARTÍN-LERMA **

Resumen: Los estudios funcionales están aportando un conocimiento más exhaustivo de la tecnología prehistórica gracias a detallados análisis de materiales arqueológicos, bien contrastados con conjuntos experimentales. En este trabajo nos centramos en una actividad específica como es la perforación por rotación. Hemos querido comprobar tanto la eficacia de la rotación manual frente a la de los taladros de arco y bailarina, de giro continuado, como las huellas derivadas de cada una. Hemos usado estos sistemas con perforadores experimentales de piedra y metal ampliando el catálogo de huellas funcionales, ya iniciado por otros autores. El análisis funcional posibilita detectar, además, el sistema empleado en las labores de perforación que alude a herramientas simples en perforación manual o complejas como taladro de arco y bailarina en sistemas mecánicos, realizados a partir de elementos orgánicos y que no permanecen en el registro arqueológico.

Palabras clave: Perforador, Broca, Punzón metálico, Taladro de arco, Bailarina, Huellas de uso.

ABSTRACT: Functional studies are providing a more thorough knowledge of prehistoric technology thanks to detailed analysis of archaeological materials well contrasted with experimental collections. In this paper, we focus on a specific activity, the perforation by rotation. We wanted to prove both the efficacy of the manual rotation compared with that of the bow-drills and pump-drills, with a continued rotation, and the resultant

* Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. *carmen.gutierrez@uam.es; pedro.munnozm@predoc.uam.es; mariacristina.lopez@predoc.uam.es*

** Dpto. de Prehistoria, Arqueología, H.ª Antigua, H.ª Medieval y CCTT Historiográficas, Universidad de Murcia (España). *ignacio.martin@um.es*

Fecha de recepción: 04-06-2016. Fecha de aceptación: 09-01-2017.

use-wear patterns. We have used these systems with experimental perforators of stone and metal to expand the catalogue of functional traces, already proposed by other authors. Furthermore, the functional analysis allows the detection of the system used in the drilling tasks. This refers to simple tools in manual or complex drilling, such as bow-drill and pump-drill in mechanical systems, which are made from organic elements and are not preserved in the archaeological record.

Key words: Perforator/Borer, Drill Bit, Metal Awl, Bow-Drill, Pump-Drill, Use-Wears.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los distintos materiales arqueológicos que nos quedan de las sociedades prehistóricas, algunos muestran ciertos tipos de perforación por rotación intencionada. El motivo general parece ser la suspensión de ese material en algún tipo de cordaje o la inserción en un ropaje u objeto mediante cosido o atado. Entre los objetos más comunes con perforaciones se desarrollan abundantes elementos de adorno personal sobre materias primas muy diversas, pero también otros con finalidades distintas como los brazales de arquero, los llamados ídolos placa del mundo megalítico, las oquedades para los remaches metálicos o algunas cerámicas reparadas, las conocidas lañas, entre otros. Más abundante debió de ser el perforado de materias perecederas, como maderas y pieles, con fines diversos. La tradición de perforar los materiales se remonta a los orígenes de los humanos modernos en África entre 120-60 ka (Henshilwood y Lombard, 2014), si bien su desarrollo en Eurasia es común a partir del 40 ka.

Durante el Paleolítico superior, además de herramientas como agujas y armas como arpones, hay ingentes cantidades de elementos de adorno perforados en concha, asta, marfil y diversos tipos de roca. Para la perforación por rotación, los útiles de trabajo son bastante sencillos pero eficaces y se limitan a perforadores líticos de punta corta y algunos becs (Avezuela *et al*., 2011). En algún caso, se han utilizado pequeños elementos apuntados como pueden ser los golpes de buril (Martín, 2015). El grueso del trabajo se realizaría manualmente asiendo el útil perforante directamente con la mano, o insertado en un mango, y la labor requeriría un importante esfuerzo muscular, al menos en las materias más duras. En Kostenki XVII en el Paleolítico superior temprano (Boriskovskii, 1963; Hoffecker y Holliday, 2013) hay referencias al uso de un taladro rotatorio manual. Semenov (1981:151) indica para algunas piezas de este yacimiento, así como para unos discos perforados de Kostenki IV, el empleo de un perforador insertado en una varilla con movimiento bidireccional rotado por las manos, pero añade que su alcance es limitado al no poder aplicar mucha fuerza.

A partir del Neolítico los perforadores líticos diversifican su morfología y dimensiones. Es especialmente significativo el desarrollo de los denominados "taladros", de punta muy larga en relación a los perforadores (Juan Cabanilles, 2008). Igualmente aparecen auténticas "brocas" a partir de laminillas espesas de superficie pulida desde el Neolítico antiguo en Mezraa Teleilat, Turquía (Coşkunsu, 2008:29) o en el Neolítico más avanzado de Gavá (Noaín 1996:51). Finalmente abundan

"microperforadores" y "microtaladros" de reducido tamaño en varios conjuntos neolíticos de Franchthi (Grecia), Schela Cladovei (Rumanía) o Kovacevo (Bulgaria) (Gurova *et al.*, 2014). Esta diversidad parece ligada al desarrollo de herramientas mecánicas compuestas para perforar, como el taladro de arco y el de disco o bailarina que empezarían a sustituir los más tradicionales perforadores manuales y taladros de varilla. La presencia de arcos está documentada en el yacimiento neolítico de Balajni y en la cueva Djebel, ambos en Turkmenistan (Semenov, 1981:155). En Tell Mureybet (Siria), los perforadores gruesos y cortos de perfil menos simétrico desaparecen entre el PPNA y PPNB lo que se ha interpretado como la sustitución del sistema manual por el mecánico (Ibáñez *et al.*, 2007:157).

Se ha identificado el uso recurrente de punzones metálicos como elementos perforantes en conjuntos ornamentales alicantinos y albaceteños de la Edad del Bronce (Barciela, 2015). Sin embargo, no está claro cuando se empieza a aplicar el metal a esta labor, pese a que a lo largo de esta etapa y con la consolidación de la metalurgia, esta materia irá sustituyendo definitivamente a la piedra y al hueso para la elaboración de adornos, armas y herramientas. Faltan estudios traceológicos detallados del empleo del metal como perforador, en comparación con los líticos, que nos permitan establecer claramente esta sustitución del utillaje.

Para adentrarnos en estas cuestiones y tratar de discriminar el sistema de rotación empleado, manual o mecánico, así como el tipo de punta, lítica o metal, hemos abordado una experimentación paralela de elementos perforantes en sílex y bronce utilizados con ambos procedimientos. La vía para identificarlos y reconstruir el proceso tecnológico sobre material arqueológico, es a partir de las huellas de manufactura conservadas en los propios orificios perforados, al menos cuando un uso intenso o un fuerte proceso postdeposicional no hayan borrado estos vestigios. A ello hay que unir el estudio funcional de los posibles instrumentos en metal y piedra de los contextos asociados. Estas huellas arqueológicas deberán ser contrastadas con los resultados del programa experimental.

2. LA EXPERIMENTACIÓN

Esta experimentación tiene como objetivo documentar estos trabajos y hacer un estudio comparativo de la eficacia entre punzones de metal y perforadores de sílex. En este sentido se han analizado, por un lado, las huellas de uso resultantes en los útiles de trabajo y por otro, las perforaciones y los estigmas generados en ellas. Igualmente, se emplean distintos instrumentos, simples y complejos, para realizar las perforaciones de manera que puedan compararse los mismos en términos de efectividad.

2.1. Las variables independientes

Si atendemos a las variables independientes trabajadas son las comunes en una experimentación de funcionalidad. Con el conjunto de variables se ha desarrollado

un programa con un total 49 experimentos (tabla 2). Para los útiles de perforar, las materias primas empleadas han sido el sílex y bronce. Todas estas variables se explican a continuación.

2.1.1. Materia prima de los perforadores

2.1.1.1. Los perforadores líticos

Los perforadores de sílex se han realizado sobre soportes laminares y lascas apuntadas (lám. 1). Para fabricar la parte activa se utilizó la presión con asta obteniendo un retoque abrupto. Así mismo se utilizó como subvariable la dirección del retoque, distinguiendo entre unifacial y bifacial. En algunos casos, para acomodar la zona pasiva del útil al mango del instrumento, las piezas fueron fracturadas intencionalmente mediante percusión directa con percutor duro.

Para la configuración de los distintos perforadores líticos se ha optado por seguir la clasificación propuesta por Juan Cabanilles (2008), basada a su vez en las sugerencias de Cauvin (1968:115) con esquemas puramente morfológicos. En ella se especifican dos tipos de instrumentos, perforadores y taladros, aunque morfotécnicamente ambos coinciden en el apuntamiento intencional por retoque de alguno de sus extremos, siendo este, aparentemente, la parte funcional principal del instrumento.

- ✓ Perforadores: se definen como "*lasca, lámina o laminita presentando un saliente aguzado recto, desviado o incurvado, de dimensiones pequeñas, netamente despejado por retoques bilaterales*" (Juan Cabanilles, 2008:41). Para esta morfología, Juan Cabanilles registra el destaque de la punta o saliente de forma clara marcando un espaldón u hombro. Esta punta siempre es de longitud inferior a la del resto del cuerpo del soporte.
- ✓ Taladros: se trataría de "*hojas u hojitas, raramente lascas, parcial o totalmente apuntadas por retoque abrupto bilateral*" (Cauvin, 1968:154 *cita en* Juan Cabanilles, 2008:41). En los taladros el apuntamiento no debe dibujar un espaldón, aunque esta característica es admisible cuando la parte apuntada es mayor que el resto del cuerpo en reserva.

Tomando esta distinción morfológica como punto de partida, se fabricaron un total de 24 útiles. Los aspectos funcionales relativos a la eficacia de ambos tipos serán comentados más adelante.

2.1.1.2. Los punzones metálicos

Los punzones empleados son elementos de base cobre (Cu), aleados con estaño (Sn). Para la elección de los porcentajes de la aleación, nos hemos basado en ejemplares similares estudiados por Rovira Lloréns y Gómez Ramos (2003).

Es común en la metalurgia prehistórica inicial que el metal sea cobre arsenicado, con porcentajes de arsénico en torno a 2% (Rovira *et al.*, 2003). Para replicar esto, hemos hecho una serie de 12 punzones con una aleación de cobre al 2% de estaño dado que las características mecánicas serían similares a las del cobre arsenicado (Northover, 1989:113). Con el objetivo de comparar la dureza y la deformación de ambas series en las mismas condiciones de uso, decidimos hacer otro pequeño conjunto de 10 punzones al 8% de estaño, acorde con una tecnología prehistórica de Bronce pleno en la Península Ibérica.

La fabricación de los punzones ha constado de tres fases: fundición con vertido en molde de arena, forja sobre yunque en frío y pulido de las superficies para regularizar la forma (lám. 2). La dureza de las piezas metálicas depende tanto de la intensidad de los procesos postfundición, principalmente la forja, como del porcentaje de estaño, siendo más duras las piezas con mayor contenido de este metal (Montero Ruiz, 2010:171). Todos los punzones han sido elaborados con el mismo procedimiento por lo que las diferencias de dureza de las piezas dependen, en este caso, del contenido en estaño y no del proceso tecnológico.

Para la tipología de los punzones metálicos se ha tomado como base la elaborada por Pérez Arrondo y López De Calle Cámara (1986). En esta clasificación se hace hincapié en las bases y en las secciones de los punzones. Los empleados en la experimentación son del tipo *P.230*, del grupo de "punzones de base truncada", con sección cuadrangular en la parte mesial y circular en la distal. Se ha mantenido la base truncada, pero haciendo sección cuadrangular en toda la pieza.

TABLA 1
MEDIDAS DE LOS PUNZONES

	Longitud	Anchura	Peso
Cu+Sn 2%	39.22 mm	3.55 mm	3.89 gr
Cu+Sn 8%	32.72 mm	3.91 mm	3.87 gr

Las medias de peso y tamaño de los punzones experimentales, en la tabla 1, se han elaborado a partir de las recogidas en los estudios de Rovira Lloréns *et al.*, (2003) para cada período cronológico. Para el Calcolítico hay una media de 78,3 mm de longitud, 3,7 mm de grosor y 3,9 gr de peso. En el Bronce antiguo las medidas son de 74,4 mm de longitud, 4,3 mm de grosor y 3,7 gr de peso. Se ha respetado el peso y la anchura de los punzones, pero hemos optado por acortar la longitud puesto que, en nuestro caso, los punzones han sido utilizados a modo de brocas.

2.1.2. Materia Trabajada (M.T.)

Las perforaciones se han realizado sobre placas de hueso, arenisca y variscita.

- ✓ *Hueso*: constituye la materia más blanda que se ha perforado durante la experimentación. Se han escogido fragmentos de huesos largos de vacuno. Su dureza en hueso fresco ha sido estimada en 2.5 alcanzando a 3 en el hueso hervido (Carrera, 2013).
- ✓ *Arenisca* (SIO2): se trata de una roca de carácter sedimentario, de origen mecánico, tipo detrítico y dureza 3-4 en la escala de Mohs. Son arenitas que tienen granos de diversos tamaños a base de cuarzo, feldespato, mica o calcita y unidos mediante un cemento formado por sílice (Mottana *et al*., 1997:431-432).
- ✓ *Variscita* (Al[PO4]·2H2O): De dureza 4-5 en la escala de Mohs. Es un mineral compuesto de fosfato de aluminio di-hidratado de color verde-azulado, aunque puede variar hasta un color rojizo. Es una piedra semidura, no exfoliable que rompe con fractura concoide en superficies muy lisas (Mottana *et al*., 1997: lámina 147). Es un fosfato parecido al ópalo formado por la circulación de aguas fosfatadas sobre rocas ricas en aluminio (Medembach y Sussieck-Fornefeld, 1990:180).

2.1.3. Aditivos (Ad.)

Con el objetivo de comparar la facilidad de perforación y las huellas resultantes tanto en los perforadores como en las propias perforaciones, se han probado tres modalidades: directamente sin aditivos, añadiendo agua en unos casos y arena en otros.

2.1.4. La acción (Acc)

Para realizar las perforaciones se han empleado tres métodos (lám. 3):

- ✓ Perforación Manual (P.M.): el perforador se introduce en un mango asido directamente con la mano, que trabaja mediante presión con un movimiento rotatorio bidireccional, con giros alternativos de 180° cada uno.
- ✓ Perforación con taladro de arco (P.A.): el uso del arco está documentado etnográficamente (Noaín Maura, 1996:53) y ha aparecido en varios yacimientos de cronologías neolíticas (Semenov, 1981). Se trata de un vástago de madera en cuyo extremo inferior se inserta el perforador. Este vástago que actúa de eje vertical va enrollado a la cuerda de un arco colocado transversalmente al mismo. Mediante un movimiento de vaivén realizado con el arco, el eje vertical rota de forma bidireccional, pero debe ser sujetado en el extremo superior por un mango o tope de piedra, madera o cuero. En los arcos construidos por nosotros el movimiento era de dos giros completos consecutivos (360°+360°) en ambos sentidos.
- ✓ Perforación con taladro de disco o bailarina (P.B.): documentada también etnográficamente (Arenas y Bañolas, 1989:50; Noaín, 1996:53), consiste en

> un travesaño de madera horizontal en cuyos extremos se atan los remates de una cuerda insertada en una varilla vertical; esta varilla que actúa de eje, atraviesa el centro del travesaño horizontal y en su extremo inferior hay una caja en la que embute el perforador. En el tercio inferior de esta misma varilla se coloca un peso para favorecer la inercia rotatoria. El movimiento rotatorio se consigue aplicando fuerza con el travesaño horizontal hacia la parte inferior del eje vertical para que la cuerda se enrolle en su parte superior. Después con rapidez se levanta el travesaño, lo que permite que la cuerda se enrosque en sentido contrario y se repite el movimiento hacia abajo (Muñoz, 2015). Con esta modalidad se consiguen dos tipos de movimiento, uno giratorio de presión y otro de percusión en sentido vertical, incentivado por el peso de los elementos insertados en el eje. Su movimiento se basa en la ley de la inercia (Semenov, 1981:157). En las bailarinas que hemos construido los giros son de 360º+180º aproximadamente en ambos sentidos.

Debemos puntualizar que tanto para el arco como para la bailarina, la rotación hace una o más vueltas completas dependiendo de la longitud de la cuerda. En nuestro caso el arco giraba 2 vueltas y la bailarina una y media. Como se verá en el estudio de las huellas, este aspecto influye en el recorrido de las estrías.

2.1.5. Tiempo (T.)

Los perforadores líticos se han trabajado durante 1 hora en dos intervalos de 30 minutos en que fueron limpiados y analizadas las huellas con el microscopio. Los metálicos, por su parte, trabajaron los 60 minutos seguidos.

TABLA 2
CUADRO DE VARIABLES INDEPENDIENTES

2.1.6. Limpieza y medios de observación

Previamente a cada observación y registro de huellas las piezas fueron limpiadas con dos procedimientos. Para los perforadores líticos se aplicó un baño en cubeta de ultrasonidos con detergente neutro (Tween) seguido de una inmersión de 10 minutos en ácido acético al 10% y otra posterior de agua oxigenada al 10% el mismo período de tiempo. El metal se limpió únicamente con un baño en cubeta y el mismo detergente.

Los medios de observación fueron una lupa triocular estereoscópica WILD (M3C) y un microscopio petrográfico LEICA (modelo LEITZ M3C) a los que se adaptó una cámara digital Canon EOS 500D con el programa EOS Utility 2. Para cada imagen se obtuvieron varias fotografías en serie tratadas con Helycon focus 5.0.

3. LAS HUELLAS GENERADAS: LAS VARIABLES DEPENDIENTES

Como hemos indicado anteriormente, los análisis de huellas se han efectuado no sólo en los instrumentos líticos y metálicos empleados en el trabajo, sino también a las perforaciones llevadas a cabo con ellos.

3.1. Los instrumentos

3.1.1. Los perforadores líticos

Si atendemos a la configuración de la zona activa, los perforadores de sílex muestran un ápice deformado por el uso que se traduce en un embotamiento intenso. Éste, que aporta al extremo apical una forma fuertemente redondeada, tiene dos variantes en función de si la rotación ha sido manual o mecánica.

Los perforadores empleados manualmente presentan un tipo de modificación sin morfología circular, ya que en estas piezas la intensidad del trabajo es menor lo que provoca un ápice más irregular constituido por una franja curvada (lám. 4:3, 4:4 y 4:7). Entre las piezas con trabajo mecánico, esta modalidad sólo se ha documentado en un perforador que trabajó arenisca insertado en un arco. El aspecto de las huellas, con presencia de macroescamas, recuerda a las características de los percutores. Hay un ápice plano con borde embotado que trabajó variscita (lám. 4:8).

En todas las piezas que han trabajado con bailarina, y casi todas las de arco, el ápice adquiere forma esférica (láms. 4 y 5) donde, a menudo, el pulimento y las estrías tienen una distribución concéntrica en torno al eje central (lám. 6:5 y 6:6), incluso con la mitad del tiempo trabajado (lám. 6:2, 6:3, 6:4 y 6:6), que derivan de la rotación continua del taladro (Groman-Yaroslavski y Bar-Yosef, 2015:86).

En dos piezas (lám. 6:2, 6:3 y 6:4) hay fuertes surcos circundando el eje del ápice. Esta característica ya destacada por Semenov como indicativa del empleo de taladro con arco, ha sido encontrada también en perforadores manuales por Coşkunsu

(2008:33), aunque indica que en estos el trazado de las estrías es incompleto e irregular. Para Groman-Yaroslavski y Bar-Yosef (2015:86) los surcos profundos se forman por una punta perforante irregular que debería ser retocada, mientras que los anillos de diferentes profundidades en torno al ápice son provocados por la mezcla de aditivos de grano fino y grueso.

Los casos más intensos de deformación se producen con el empleo de la bailarina y el añadido de aditivos, agua o arena, para hacer avanzar la acción y resultan menos pronunciados al sustituir la bailarina por el arco. Tanto con un instrumento como con el otro, el agua provoca una alteración del ápice más acusada, a la vez que facilita en mayor medida la perforación, llegando a eliminar las aristas de los bordes contiguos al ápice.

3.1.1.1. Huellas

Su presencia es muy variable a lo largo de los distintos bordes. Las huellas son pulimento, embotamiento, estrías y otras como desconchados y/o macroescamas.

En los ápices destaca el embotamiento que, como se ha comentado, provoca una remodelación de toda la zona en diversas piezas. También se aprecia pulimento intenso, pero únicamente en 4 piezas, todas trabajadas sobre arenisca, 3 de ellas utilizando agua o arena mediante arco y bailarina y la cuarta sin abrasivo perforando con bailarina. Las perforaciones manuales apenas han desarrollado pulimento a pesar de la fricción y el redondeamiento generalizado, como también han señalado Unger-Hamilton *et al.* (1989:145) y Gurova y Bonsall (2017:163 y 166).

Las áreas de los bordes más próximas al ápice ofrecen, un panorama similar. Hay una mayor incidencia del pulimento en las piezas que han trabajado arenisca con bailarina y, claramente con el añadido de abrasivos tanto empleando bailarina como arco. Los pulimentos bien desarrollados son los más escasos y alcanzan únicamente al 12,5% de los ápices frente a la presencia de aquellos de escaso desarrollo (26,0%) o brillo indefinido (18,7%). Un 38,5% de los bordes carece de esta huella. Además, el pulimento es más frecuente sobre ambas caras de un borde, generalmente el izquierdo, y la arista dorsal próxima a ese mismo borde. El embotamiento, por su parte, no siempre es apreciable según nos alejamos del extremo apical, pero tiende igualmente a concentrarse sobre ambas caras del borde izquierdo y especialmente en la arista dorsal izquierda cuando esta es pronunciada.

Las estrías más detectadas son las típicas de percusión, tanto aditivas como en cinta, propias de bordes retocados (lám. 4:6). Las estrías de uso varían en relación a la intensidad del pulimento. En áreas poco pulimentadas se observan escasas estrías, tanto de fondo oscuro como claro y con posición perpendicular o ligeramente oblicua al eje de la pieza y, en algún caso sobre las aristas laterales (lám. 1:3). En zonas de pulimento intenso sobre el ápice hay presencia múltiple de estrías de fondo oscuro, muy finas y concéntricas, asociadas a numerosos rasgos lineares en la misma dirección (lám. 6:5). Hay un único caso donde la posición de las estrías varía y es en un perforador usado para trabajar variscita con arco en cuyo ápice se

observa un pulimento estriado que en vez de ser concéntrico muestra una disposición lineal (lám. 5:8). Cabe insistir también en la presencia de auténticos surcos (lám. 6:2, 6:3 y 6:4) formados ya a la media hora del trabajo sobre dos piezas que trabajaron arenisca con bailarina.

Otras huellas percibidas son los desconchados y las macroescamas. Los primeros son difíciles de atribuir al uso, teniendo en cuenta que se trata de ápices con retoque tanto unifacial como bifacial. Hemos detectado abundantes macroescamas, que constituyen el inicio de desgajamiento de una esquirla y son comunes sobre todos los bordes laterales (lám. 4:5), así como en los ápices de las piezas trabajadas manualmente (lám. 4:3, 4:4 y 4:7). Es común también que entre ellas queden atrapados residuos microscópicos de las materias trabajadas a pesar de que las piezas han sido limpiadas con un ácido seguido de una base.

En general las huellas más pronunciadas aparecen circundando el extremo apical y escasean sobre los bordes laterales y aristas dorsales contiguos. La transición suele ser atenuada, con una pérdida gradual de intensidad, excepto en aquellos casos donde la presencia de zonas cóncavas por retoque marca una diferencia acusada entre las zonas pulidas y no pulidas (lám. 5:4). La presencia casi exclusiva de huellas intensas solo en la cara apical ha sido también destacada por Coşkunsu (2008:33). La arbitrariedad de esta distribución lateral se debe también a la propia morfología irregular, con una parte activa conformada por percusión directa y presión. Esto provoca que aquellas aristas laterales más curvadas o salientes sean las más expuestas a la fricción y, en consecuencia, afectadas por las huellas en mayor medida que aquellas otras rehundidas.

Con respecto a las características del pulimento:

- ✓ *El hueso*. No deja pulimentos intensos y los que aparecen no recuerdan los rasgos característicos generados por ésta materia. Son medianamente compactos, de contorno poco definido, brillantes y de textura con tendencia rugosa, aunque hay algún caso de aspecto escamoso. No llevan asociadas excesivas estrías salvo en algún caso aislado sobre aristas más expuestas.
- ✓ *La arenisca.* Es la materia con la que se han llevado a cabo más trabajos y también la que ha producido pulimentos más intensos cuando ha sido trabajada por sistemas mecánicos especialmente con el añadido de aditivos. Es un pulimento que en las fases iniciales es grisáceo, poco compacto y, cuando se desarrolla, tiene un aspecto brillante, espeso, con tendencia a liso, de contorno nítido. En el caso máximo de desarrollo (lám. 6:5), que solo se ha dado añadiendo agua, es una capa homogénea y compacta que se extiende por toda la superficie con abundantes estrías y rasgos lineares, de aspecto brillante y textura rugosa. Se asocia con embotamiento pronunciado y estrías de uso de fondo liso o, sobre todo, de fondo oscuro.
- ✓ *La variscita.* Es la materia más dura de penetrar, de hecho, como sucede en el metal, sobre el extremo apical se destaca una pequeña punta que va abriendo camino en la perforación. Esta materia genera pulimentos de escaso desarrollo,

en el mejor de los casos empieza como un pulimento de aspecto grisáceo, más diluido y de gran extensión (lám. 5:7) que, según avanza el trabajo, se convierte en más compacto, de brillo luminoso y contorno desflecado, pero de extensión limitada, surcado por abundantes estrías. Salvo esta excepción, apenas se han detectado estrías de uso de esta materia.

3.1.2. Los punzones metálicos

3.1.2.1. Configuración del ápice

Uno de los aspectos más destacados del trabajo de perforación con punta de metal es la deformación de los ápices, visible incluso a simple vista en la mayor parte de los ejemplares. Este hecho destacable supone una profunda alteración plástica que llega a remodelar el ápice original. En la figura 1 se aprecia el estado de los ápices después del uso.

A diferencia de los perforadores líticos, esta modificación tiene menor relación con el sistema empleado, manual o mecánico, y está influida principalmente por el grado de dureza de las materias trabajadas. Así, el hueso provoca pocas deformaciones en el ápice mientras que los punzones que han trabajado las materias más duras, arenisca y variscita, ofrecen unos extremos muy alterados. Las deformaciones adquieren distintas intensidades, destacando por su volumen las derivadas de la adición de agua.

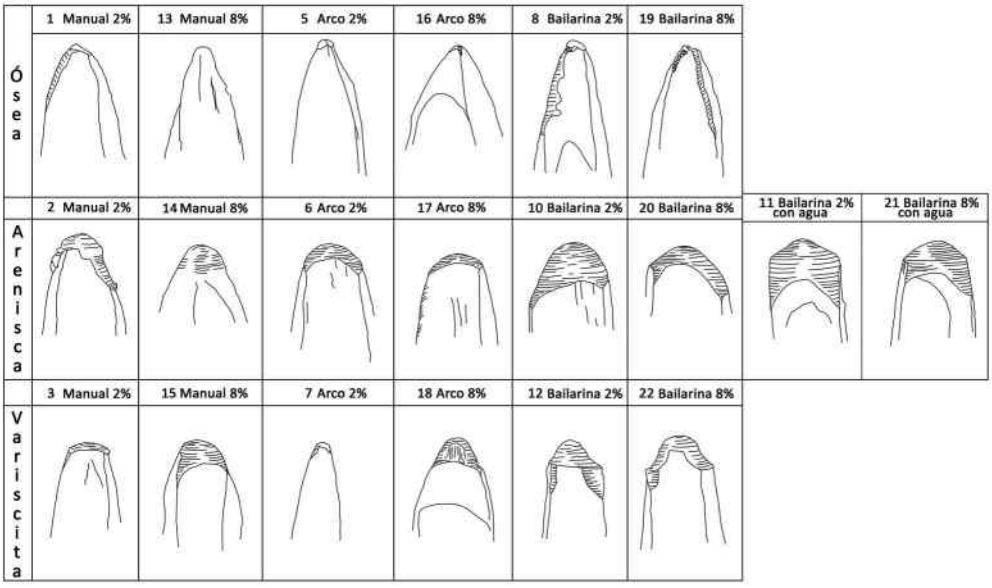


Fig. 1.—Perfiles de los punzones de metal después del uso.

Sin embargo, hay varios tipos de extremos apicales deformados. Los menos comunes son aquellos donde el redondeamiento del ápice discurre suavemente hacia los bordes contiguos y acaba diluyéndose (fig. 1:14) o los redondeados que se prolongan formando un reborde sobre la superficie original (fig. 1:2 y 1:7).

Más comunes son los ápices fuertemente embotados que se sustentan en una base cuadrangular (fig. 1:3, 1:6 y 1:17) o romboidal donde la deformación continua hacia 2 o 3 de las aristas laterales. Éstas últimas corresponden todas a punzones que han trabajado arenisca con bailarina, sus extremos apicales son muy estrechos y se sustentan en una base más ancha formando un espaldón. A esta modalidad, con espaldón marcado o atenuado, pertenecen todas las piezas de trabajo con bailarina sobre las materias pétreas (fig. 1:10, 1:20, 1:11, 1:21, 1:12 y 1:22), además de un punzón que trabajó variscita con arco (fig. 1:18) y otro que se utilizó manualmente. Es decir, esta morfología se corresponde, en general, con aquellos trabajos que implican una intensa dureza de la materia trabajada y mayor aplicación de fuerza en el sistema empleado.

Por su parte el hueso provoca ápices menos redondeados pero el embotamiento continúa a lo largo del fuste de la pieza en dos aristas generalmente alternas (fig. 1:13, 1:4, 1:16, 1:8 y 1:19). Una huella única sobre punzón que trabajó con arco sobre variscita (fig. 1:18, lám. 10). Es un surco generado entre el extremo apical y el inicio del fuste. Éste recorre tres cuartas partes del diámetro de la pieza y es indicativo de la distribución de las huellas en relación con el tipo de giro que realizan los instrumentos y del que hablaremos más adelante.

También se han desarrollado fisuras que llegan a provocar pequeñas roturas en el extremo apical o han hecho saltar capas superficiales de metal (lám. 7:1, 7:3 y lám. 10). Parecen ser debidas al intenso movimiento rotatorio ejercido y se documentan en un alto número de casos, pero no en igual proporción. Aparecen en el 83,3% de los punzones que han trabajado variscita, el 42,8% hueso y solo el 22,2% de arenisca. Atendiendo al sistema abundan con el empleo de arco y la rotación manual (57,1% y 50% respectivamente) siendo menores las asociadas a la bailarina. En algunos punzones estos estigmas parten de pequeñas fisuras tecnológicas previas.

Hay un caso en el que el ápice se rompió de forma abrupta justo al terminar el experimento (lám. 7:2). Es un punzón de bronce al 2% que trabajó hueso con perforador de arco. La rotura ha dejado un borde abrupto nada común sobre esta materia porque el metal se deforma con facilidad ante el esfuerzo del uso, pero raramente se rompe (Gutiérrez y Martín-Lerma, 2015).

3.1.2.2. Microhuellas

Junto al redondeamiento otras huellas características son las estrías, los rebordes y alteraciones como la tenorita. A las numerosas estrías presentes sobre los punzones metálicos, producidas por limado durante la fase de manufactura, se añade otra importante cantidad generada en el uso. Estas últimas se diferencian de las anteriores por su anchura más homogénea y, especialmente, por su distinta posi-

ción. Las de manufactura son paralelas al eje, mientras que las de uso se disponen transversalmente a él en el fuste y de forma concéntrica en el ápice (lám. 7:3 y 7:4).

Los rebordes aparecen en prácticamente todas las piezas, alcanzando el 75% de los punzones y provienen de los desplazamientos de metal provocados por la fricción (lám. 7:5). La tenorita, por su parte, es una capa de óxido de cobre de grosor variable que suele aparecer de forma común sobre los objetos de base cobre desde la extracción del molde. Es una de las pocas alteraciones bien desarrolladas que se pueden constatar a lo largo del proceso de experimentación. En nuestro caso, se formó durante la rotación como efecto del calor generado y quedó impresa, no solo en el 50% de los ápices de metal (lám. 7:5 y 7:6), sino también en las paredes de varias perforaciones (lám. 12:4 y 12:5).

3.1.2.3. Distribución de las huellas

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN DE LAS HUELLAS SOBRE LOS PUNZONES METÁLICOS

	Distribución de huellas	Ósea	Arenisca	Variscita	Total
Manual	Sólo ápice	*	*	*	3
	Ápice y huellas principales en un solo lateral	-	-	-	-
	Ápice y huellas en laterales opuestos	*	*	-	2
	Ápice y huellas en laterales contiguos	-	-	*	1
	Ápice y huellas iguales en todos los laterales				
Arco		Ósea	Arenisca	Variscita	Total
	Sólo ápice	-	-	-	-
	Ápice y huellas principales en un solo lateral	*	-	-	1
	Ápice y huellas en laterales opuestos	*	*	-	2
	Ápice y huellas en laterales contiguos	-	_	**	2
	Ápice y huellas iguales en todos los laterales	-	*	-	1
Bailarina		Ósea	Arenisca	Variscita	Total
	Sólo ápice	-	-	-	-
	Ápice y huellas principales en un solo lateral	-	*	-	1
	Ápice y huellas en laterales opuestos	**	-	-	2
	Ápice y huellas en laterales contiguos	-	*	**	3
	Ápice y huellas iguales en todos los laterales	-	-	-	-

Hemos tratado de determinar si la distribución de las huellas puede ser una evidencia reveladora del tipo herramienta empleada. Dado que con todos los sistemas se trata de giros bidireccionales, aunque de distinta longitud, todas las aristas laterales contiguas al ápice tienen las mismas posibilidades de desgaste. Esto quiere decir, teóricamente, que la distribución de las huellas, además de mostrarse en el ápice, debería de ser equivalente en intensidad en las aristas del borde activo más próximas a él.

En la tabla 3 vemos que, sin embargo, esta posición de semejanza solo sucede en un punzón que trabajó arenisca con arco. La perforación manual, por su menor incidencia en la materia, deja huellas sólo en el ápice y cuando afecta a los bordes

laterales tiende a hacerlo en laterales opuestos. El arco y la bailarina optan por el desarrollo de las huellas tanto en laterales opuestos (lám. 8) como contiguos.

Por materias, la ósea genera el desarrollo principal de las huellas en aristas laterales opuestas mientras que la variscita lo hace en bordes contiguos. La arenisca no tiene un patrón fijo de distribución (lám. 9).

Por otra parte, no hemos observado apenas diferencias ni en la intensidad ni en la distribución de huellas entre los punzones al 2% y al 8% de Sn, salvo un mayor desarrollo de las alteraciones de aristas laterales en los punzones que trabajaron manualmente sobre hueso y arenisca.

Como vemos, la distribución igualitaria no se cumple. Hay otros factores que parecen haber sido determinantes, como son la configuración topográfica de los bordes y el ángulo de trabajo. Un caso relevante es el comentado del surco en la base del ápice de un punzón de bronce que trabajó variscita con arco. Pese a que el arco da dos vueltas completas en cada giro, este surco afecta solo a tres cuartas partes del recorrido debido a un pequeño rehundimiento que impidió la formación de huellas sobre un lateral al no entrar en contacto con la materia trabajada (lám. 10).

Por otra parte, con ninguno de los sistemas de trabajo es posible mantener una verticalidad absoluta durante todo el tiempo de uso. Las pequeñas oscilaciones del eje en un esfuerzo prolongado pueden potenciar el desgaste de una zona en detrimento del resto como denotan también las delineaciones mixtas de los bordes de algunas perforaciones.

3.1.3. Estado final de los útiles y posibilidad de reparación

Los perforadores y punzones empleados han sufrido distintos daños en su zona apical. De algunos de ellos, como los embotamientos o la tenorita, hemos hablado en el apartado de huellas. No obstante, hay un aspecto que queremos comentar y se refiere a la pérdida de longitud de las piezas por roturas o desgastes debido a un uso más o menos intenso. Para ello, hemos tomado las medidas de los extremos retocados en los perforadores de sílex y la longitud total de los punzones de bronce.

Esta pérdida de materia del sílex es bien conocida y patente a simple vista por la fragilidad de esta materia en su interacción con otras más duras. De hecho, es común la sospecha de que muchos ejemplares arqueológicos nos llegan notablemente reducidos respecto a su tamaño original. Las causas pueden deberse principalmente al uso, pero no se pueden descartar otras comunes durante la manufactura e incluso accidentales como el pisoteo y las alteraciones postdeposicionales.

Entre los perforadores que lograron alcanzar los 60 minutos de trabajo, las pérdidas no son excesivamente altas. Por sistemas, el manual pierde de media 3,4 mm frente a la bailarina (2,1 mm) y el arco (1,0). Por materias el trabajo de la ósea elimina 5,9 mm de un ápice y es en general más contundente que el de la arenisca (2,3). La variscita apenas ha provocado pérdida del material (0,3 mm). En el trabajo sobre arenisca los perforadores con retoque unifacial y bifacial presentan datos distintos estando más afectados en el trabajo manual los bifaciales y con sistemas mecánicos los unifaciales.

TABLA 4
MEDIAS DE ROTURA DE LOS PERFORADORES LÍTICOS DESECHADOS

Experimento	Pérdida	Tiempo de uso
Manual arenisca, unifacial	8,0 mm	39`
Arco variscita, unifacial	6,3 mm	46`
Bailarina ósea, unifacial	6,7 mm	7`
Bailarina ósea, unifacial	11 mm	8`
Bailarina arenisca, unifacial	9,5 mm	32`
Bailarina arenisca con agua, unifacial	7,1 mm	25`

Sin embargo, se retiraron del experimento una serie de perforadores que se rompieron antes del tiempo estipulado. Las roturas en este caso son más fuertes, especialmente con el trabajo de la arenisca que llega a perder casi un centímetro con el perforador manual. Por otra parte, destaca la pérdida de una punta de 11 mm sobre hueso y la rapidez de rotura de los dos perforadores que trabajaron esta materia con bailarina y apenas duraron unos minutos. En este sentido, también Gurova *et al.* (2014) destacan la frecuencia de roturas en los perforadores de sílex que trabajaron hueso, independientemente del método empleado. De hecho, Gurova y Bonsall (2017:166) destacan que no hay correlación entre las roturas y la dureza de la materia trabajada.

TABLA 5
MEDIAS DE DESGASTE DE LONGITUD DE LOS PUNZONES METÁLICOS TRAS EL USO

Materia Prima	Sistema	Arenisca	Ósea	Variscita	Media
Cu+Sn 2%	Manual	0.91 mm	0.3 mm	1.02 mm	0.74 mm
	Arco	0.69 mm	1.57 mm	0.32 mm	0.86 mm
	Bailarina	0.35 mm	2.24 mm	2.59 mm	1.72 mm
	Media	0.65 mm	1.37 mm	1.31 mm	1.11 mm
Cu+Sn 8%	Manual	0.43 mm	0.52 mm	0.95 mm	0.63 mm
	Arco	0.08 mm	1.31 mm	0.37 mm	0.58 mm
	Bailarina	0.23 mm	1.48 mm	1.86 mm	1.19 mm
	Media	0.24 mm	1.1 mm	1.06 mm	0.8 mm

Apenas menor es la reducción de tamaño en los punzones metálicos, en los que una primera diferencia se refiere a la composición del metal. Aunque en líneas generales se desgastan un poco más las puntas más blandas (con 2% de estaño), en el trabajo de arenisca con bailarina y variscita con arco no ha sido así, siendo la diferencia muy escasa. Por sistemas empleados y en cifras totales hay una progresiva pérdida de materia desde el trabajo menos intenso, el manual, al más enérgico de la bailarina, pero no en todos los casos ya que el arco da resultados más irregulares.

Finalmente, no hay un patrón para la respuesta de las materias. Aunque no hemos incluido en el cómputo los datos de los punzones que trabajaron con bailarina sobre arenisca añadiendo agua, la pérdida de una de las puntas fue de 4,1 mm. Estas irregularidades pueden estar influidas por la diferente destreza de los participantes en los experimentos, factor que valoraremos más adelante.

En lo que respecta a perforadores tanto líticos como metálicos, hay una diferencia fundamental en la recuperación de la funcionalidad después del uso. Cuando las roturas del sílex afectan un tramo amplio de la zona activa, el instrumento suele quedar inutilizable. En el metal las roturas distales son muy raras, pero incluso en esta circunstancia y, por supuesto, ante todas las deformaciones, es sencillo recuperar el extremo activo mediante un rápido martilleado y limado.

3.2. Las perforaciones

Entre los objetivos buscados en este trabajo está comprobar la diferencia de resultados originados con los distintos sistemas de trabajo empleados, mecánicos o manual, así como evaluar la facilidad del trabajo y la eficacia de los mismos.

En el primer caso, se tomarán como criterio la forma y medida de las perforaciones, además de la sección, la profundidad alcanzada, la configuración del borde y la presencia o no de estrías u otras huellas en su interior.

3.2.1. Tipometría

3.2.1.1. Lítica

TABLA 6
TIPOMETRÍA DE LAS PERFORACIONES CON PERFORADORES LÍTICOS.
TODAS LAS MEDIDAS (A), SIN MEDIDAS ANÓMALAS (B)

Lítica	Hueso	Arenisca		Variscita
		A	B	
Diámetro de boca	7.33 mm	6.96 mm	5.95 mm	3.67 mm
Anchura de fondo	3.32 mm	2.82 mm	2.76 mm	2.14 mm
Profundidad	4.8 mm	3.78 mm	3.42 mm	1.97 mm

Las medidas de las perforaciones nos muestran que el ataque a las tres superficies ha provocado oquedades de tipometría distinta en relación a la respuesta de la materia. Así, se observan orificios de mayor amplitud en el hueso, que ofrece menor resistencia frente a la dureza muy alta de la variscita, de trabajo mucho más costoso. La arenisca, por su parte, muestra en la columna A valores más similares a los parámetros del hueso que a los de la variscita. Sin embargo, las dos perforaciones sobre arenisca a las que se añadió agua han dado medidas anómalas, una

empleando bailarina, ofrece valores muy altos —16.78x4.58x8.98 mm—; la otra, con arco, provocó una forma muy irregular. Si anulamos estos valores —columna B— observamos como las dimensiones de las oquedades en arenisca se alejan de hueso situándose en un punto intermedio entre ambas materias.

Un problema con el que nos encontramos es que en una experimentación anterior sobre brazales de arquero (Muñoz, 2015) se habían conseguido perforaciones con bailarina mucho más rápidamente y con huellas ligeramente distintas. Suponiendo que la diferencia estaba en el tipo de punta lítica se llevó a cabo un pequeño experimento con un perforador de punta de extremo recto, a modo de broca, y otro de base más amplia con silueta distal triangular, semejante a los usados. Ambos trabajaron arenisca con bailarina (fig. 3).

Fig. 2.—Perforadores de morfología triangular (1) y recta (2) y secciones que generan.

La primera diferencia atañe a la capacidad de penetración entre ambos tipos de puntas líticas. En las de morfología triangular el avance es más difícil, ya que el diámetro inicial de la perforación realizado con el ápice va ensanchándose a medida que se introduce el resto del cuerpo, lo que ocasiona un roce continuado que regulariza la superficie pero que, además, sigue ampliando el orificio en la zona superior. En este sentido, los perforadores de morfología recta o rectilínea han mostrado mayor rapidez y regularidad en la anchura del orificio ya que es el ápice el que abre camino en la materia a perforar y el resto de la parte apuntada sólo regulariza las paredes de la perforación. La sección que deja esta forma es cilíndrica en buena parte de su recorrido volviéndose apuntada hacia el final (fig. 2:2a). En la experimentación anterior sobre brazales se habían utilizado perforadores más estrechos y alargados, de morfología rectilínea, que dejaron secciones coincidentes con ésta.

Otro aspecto considerado fue la rapidez en realizar las perforaciones. Para ello se empleó una misma placa de arenisca que fue usada consecutivamente. El perforador triangular trabajó durante 70 minutos y no consiguió completar la perforación. El rectilíneo, por el contrario, acabó la primera a los 22 minutos y la segunda 31 minutos más tarde, rompiéndose el ápice justo en ese momento. Pese a que se terminó la prueba por la rotura, se había comprobado anteriormente que la fracturación de la punta no siempre impide su uso, ya que cuando es reducida, supone un reavivado de la parte activa (Muñoz Moro, 2015).

Desde el punto de vista tipométrico, la oquedad hecha con punta triangular tiene un diámetro de boca mayor que las dos conseguidas con la punta recta. En cambio, la anchura de fondo es menor porque al no estar terminada no llegó a traspasar el grosor de la placa de arenisca, aspecto que con total seguridad habría provocado mayor anchura en ambas medidas. Las huellas de estas perforaciones son consecuentes con la experiencia anterior sobre los brazales de arquero. Estas perforaciones presentan bordes en ángulo con estrías paralelas y concéntricas con longitud perimetral.

TABLA 7
TIPOMETRÍA DE LAS PERFORACIONES CON PERFORADORES LÍTICOS DE LA PRUEBA DE EFICACIA

Lítica eficacia	Punta triangular	Punta recta	
		Perforación 1	Perforación 2
Diámetro de boca	8.14 mm	6.2 mm	7.56 mm
Anchura de fondo	2.4 mm	3.3 mm	4.0 mm
Profundidad	4.58 mm	6.72 mm	6.32 mm

Las medidas establecen que, con el mismo tiempo de trabajo, se profundiza más en la realización de orificios con taladros de punta recta, tipo broca que con los típicos perforadores de punta más triangular. Estos últimos mueven más materia desde la superficie, dejando oquedades más amplias de partida, pero de anchura y profundidad reducidas.

Estas variaciones, que dependen de la dureza de los materiales a perforar es una de las causas de que, en los mismos tiempos de uso, muchas de las perforaciones hayan quedado inconclusas sin poder traspasar todo el espesor de la materia trabajada. Pero es preciso, también, prestar atención a la configuración de los perforadores para valorar la eficacia de esta labor.

3.2.1.2. Metal

TABLA 8
TIPOMETRÍA DE LAS PERFORACIONES CON PUNZONES METÁLICOS

Metal	Hueso	Arenisca	Variscita
Diámetro de boca	4.32 mm	3.5 mm	1.71 mm
Anchura de fondo	1.81 mm	1.71 mm	1.13 mm
Profundidad	3.91 mm	1.21 mm	0.76 mm

Los orificios dejados por los punzones de metal son mucho más reducidos, en términos absolutos, que los generados por puntas líticas. Sin embargo, siguen la

misma tendencia por materias destacando la mayor amplitud en el hueso, los valores intermedios de la arenisca y las muy reducidas perforaciones conseguidas en la variscita, donde destaca, especialmente, lo costoso del avance en profundidad en esta materia después de una hora de trabajo.

3.2.2. Sección

Tanto los perforadores líticos como metálicos han producido secciones troncocónicas. Esta morfología deriva de la forma apuntada de las brocas empleadas. No obstante, hemos mencionado anteriormente la diferencia de sección, en la prueba de eficacia, entre los perforadores con perfil más triangular y los taladros rectos que provocan secciones troncocónicas en el primero y de tendencia cilíndrica los segundos.

3.2.3. Configuración del borde

Otro tipo de huella es el grado de agudeza del borde, en función de la fricción que sufre el margen de la oquedad. Su forma puede ser con una arista aguda con borde en ángulo o roma con borde redondeado.

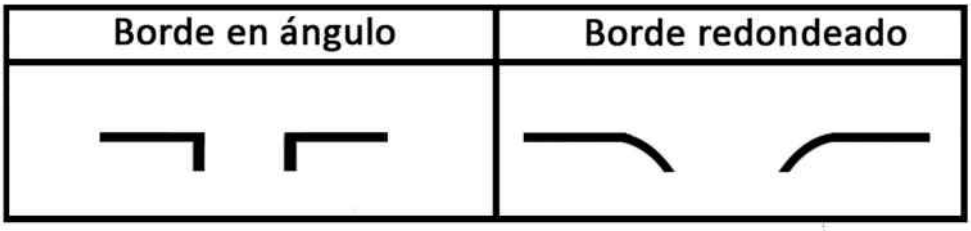


Fig. 3.—Tipos de bordes de las perforaciones.

3.2.3.1. Lítica

Los elementos líticos dejan distintos tipos de bordes atendiendo a la materia trabajada y, en cierta medida, al sistema empleado. Sobre la variscita se observan bordes de esquinas redondeadas mientras que en el hueso son todos agudos. Es interesante que la arenisca se comporta de doble manera. En las perforaciones manuales y con bailarina, el borde es siempre redondeado, lo que es lógico teniendo en cuenta que los granos de la materia se desgajan por la fricción. Con el arco, tres de las cuatro perforaciones son mixtas, redondeadas en la mitad del perímetro y en ángulo en la otra mitad. Esto se debe a que durante el trabajo se produce una ligera inclinación del eje hacia un lado, provocando que el perforador friccione con más insistencia una

de las partes. Un ejemplo clarísimo y exagerado de esto es la perforación hecha por un punzón que trabajó arenisca con arco añadiendo agua que muestra un diámetro irregular con forma elipsoidal y no circular como en el resto de los casos.

3.2.3.2. Metal

En cuanto a la forma del borde de las perforaciones hechas con punta de metal, en el hueso el borde es en ángulo en todas las oquedades, mientras que en arenisca y en variscita los bordes tienden al redondeamiento. En la arenisca hay un par de perforaciones que presentan los bordes con parte redondeada y parte en ángulo. Esto puede deberse a la misma situación que en piedra, por una falta de verticalidad durante el avance, aunque en este caso una se debe al uso del arco y la otra al de la bailarina. Cuando se ha añadido agua como aditivo, a diferencia de los perforadores de piedra, los punzones metálicos han dejado un borde en ángulo. Esto podría explicar que parte del redondeamiento que se ve en el resto de bordes pueda estar afectado por calentamiento generado durante el rozamiento.

3.2.4. Estrías

Las huellas principales que encontramos son las estrías, que dependiendo del material tendrán un recorrido diferente.

3.2.4.1. Lítica

- Hueso. Las perforaciones realizadas en hueso presentan unas estrías visibles bajo lupa binocular que recorren la pared interna de la perforación, con una longitud perimetral a esta. Son estrías concéntricas paralelas entre sí, poco profundas, menores que en las otras materias, pero de bordes muy vivos y de sección en V muy marcada (lám. 11:2 y 11:3). Estrías concéntricas similares han encontrado Gurova y Bonsall (2017:163) en hueso y concha. Bajo las estrías podemos observar cierto pulimento sobre el que se desarrollan. En todas las perforaciones en hueso las estrías son similares, independientemente del sistema empleado.
- Arenisca. Al observar las perforaciones sobre arenisca no se encontraron casi estrías en las paredes internas de las mismas. Solo algunos trazos con recorrido concéntrico truncado por zonas abrasionadas o pulidas. Estas estrías tienen profundidad variable, con bordes menos vivos que en hueso y clara sección en U. Hay que añadir que junto a ellas se percibían unos surcos muy finos, casi imperceptibles, de aristas erosionadas que parecen ser las más antiguas y se han ido embotando por efecto de la fricción continuada. Este segundo tipo de estrías muy atenuadas disminuye en los experimentos donde

se utilizó agua como abrasivo, ya que aquí la erosión de las paredes internas de la oquedad es tan alta que apenas se aprecian estrías (lám. 11:4 y 11:7).

- Variscita. Encontramos superficies internas pulidas por la fricción generada durante la rotación, sobre todo en el caso de la bailarina y el arco. En estos casos las estrías tienen una disposición muy diferente y son muy difíciles de ver bajo la lupa binocular por la luz reflejada (lám. 11:11), por el contrario, se diferencian bien en la perforación manual (lám. 11:10). Bajo el microscopio se han podido observar estrías de recorrido concéntrico, pero la longitud no abarca perimetralmente la pared de la perforación, sino que están dispuestas en arcos que se cruzan entre sí solo en uno de los laterales de la pared interna, tanto en el arco como en la bailarina (lám. 11:12), posiblemente porque las puntas patinan sobre la superficie. Una descripción similar de estrías sobre variscita ha sido hecha por Bosch y Estrada (2002:239).

Otra huella detectada junto a las estrías son los surcos. De tamaño más ancho y redondeado recorren la pared interior y aparecen llenos de estrías. Estos surcos aparecen sobre una perforación en hueso y dos en arenisca, todas con bailarina (lám. 11:3, 11:6 y 11:9).

3.2.4.2. Metal

En las perforaciones producidas por metal, las estrías son menos abundantes que en el apartado anterior, ya que la superficie de los punzones de metal es más lisa que los laterales retocados de la piedra.

- Hueso. Esta materia es un claro ejemplo del progreso por fricción, hasta el punto que durante la experimentación llegaba a quemarse el hueso impidiendo el avance de la punta metálica. Las trazas que podemos observar en estas perforaciones son un pulimento muy satinado acompañado de estrías igualmente muy finas con borde vivo y sección en V, pero difíciles de apreciar con la lupa binocular (lám. 12:1, 12:2 y 12:1). Este patrón se repite, ya sea para perforaciones hechas con arco, bailarina o de forma manual.
- Arenisca. En este caso las estrías que se pueden apreciar son de tipo muy similar a las citadas con los perforadores líticos, pero tan cortas que no completan el perímetro en su longitud. Son pequeñas estrías paralelas entre sí y concéntricas a la perforación, con bordes redondeados y sección en U, pero no aparecen en alto número. El uso de la bailarina deja mayor número de estrías que los otros métodos, viéndose mucha más cantidad aún en las perforaciones de las piezas con las que se usó agua como aditivo, donde incluso se pueden observar mayor concentración (lám. 12:6).
- Variscita. Lo único que se aprecia es una superficie interna satinada con residuos de cobre y tenorita que dificultan la observación. Se intuyen rasgos

lineares más que auténticas estrías, especialmente sobre la tenorita (lám. 12:7 y 12:8).

En general, para ambas materias, en lo referente al sistema empleado, las estrías dejadas por la perforación manual tienen una disposición más irregular que contrasta con la homogeneidad del recorrido en aquellas producidas por el empleo de arco y bailarina. De hecho, Coşkunsu (2008:33) indica que en los trabajos manuales es común la superposición de círculos incompletos porque la muñeca no puede girar 360°.

3.2.5. Escalones

Sólo se han apreciado en perforaciones trabajadas con útiles líticos. Muchas de las oquedades inacabadas realizadas mediante bailarina presentan un escalón o surco circular en el fondo de la perforación o a lo largo de las paredes, estando ausente en las perforaciones manuales y con arco. Esos escalones pueden ser debidos a la percusión derivada del peso añadido en el eje vertical de la bailarina. En el caso del hueso, estos escalones están también recorridos por el mismo tipo de estrías finas en V que surcan la superficie interior de la oquedad.

3.2.6. Otras huellas: residuos y alteraciones por calor

Debido a la fricción que se genera durante el uso en los distintos métodos de perforación, el metal y la piedra responden con un calentamiento característico. En el metal se provoca la aparición de óxido del cobre —tenorita— cubriendo tanto el fondo de la perforación como la punta del perforador metálico, sobre todo cuando se trabajaron la arenisca y, más levemente, el hueso. Se presenta como una capa negruzca adherida sobre la superficie (lám. 12:7). Cuando la tenorita no se desarrolla puede aparecer sobre el interior de la pared ósea una tonalidad marrón por efecto del calor, tanto con perforadores de sílex como metálicos (lám. 12:9 y 12:10).

3.2.5. ¿Perforadores líticos versus perforadores metálicos?

Desde el punto de vista de los resultados, si nos fijamos en las oquedades terminadas (A) frente a las que quedaron inacabadas (B) en la tabla 9, observamos ciertas diferencias atendiendo a las materias y al sistema empleado. Las mejores respuestas acabando las oquedades se han dado con punta de metal sobre hueso y, muy por debajo, con perforador lítico sobre hueso y arenisca. En el resto fue imposible horadar un solo orificio completo en el tiempo fijado de 60 minutos. De los tres sistemas, la bailarina ha resultado no solo ser el más eficaz, sino que también ha dejado más regulares las oquedades. Con todas las modalidades, el avance del

trabajo resultó más rápido con el hueso y se fue demorando más con la arenisca y, sobre todo, con la variscita.

TABLA 9
PERFORACIONES. ACABADAS (A), SIN TERMINAR (B).

Perforaciones	Hueso				Arenisca				Variscita			
	Metal		Lítica		Metal		Lítica		Metal		Lítica	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Manual	2	2	-	1	-	1	-	2	-	1	-	1
Arco	5	2	1	-	-	2	-	4	-	1	-	1
Bailarina	12	1	1	1	-	5	2	2	-	1	-	1
Totales	19	5	2	2	-	8	2	8	-	3	-	3

De las tres piezas utilizadas con retoque bifacial, una con cada método, la que ha demostrado una mayor efectividad es la empleada con bailarina que llegó a terminar la perforación. Por lo demás no se perciben diferencias entre los perforadores de retoque unifacial y los bifaciales.

En el caso del metal, el calentamiento es tan alto que usando el arco y la bailarina se llegó a quemar el hueso, como ya hemos comentado. Durante una de las experimentaciones, la punta metálica patinaba en la oquedad ósea y por accidente cayó agua sobre ella. Este hecho consiguió enfriar tanto el hueso como el metal lo que facilitó avanzar el trabajo acabando el orificio.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A la hora de evaluar la validez y facilidad cinemática de los sistemas de perforación expuestos, hay una serie de aspectos a tener en cuenta. Uno de los factores básicos, es la facilidad de manejo y eficacia de empleo del arco y la bailarina en comparación con la perforación manual. A diferencia de otras labores con herramientas, la fuerza muscular no es aquí el valor principal puesto que ya es aportada por los medios mecánicos. Más importante se ha revelado la destreza en el manejo de estos aparatos. Este es un punto a tener en cuenta, ya que en estos experimentos han participado numerosas manos con diversos grados de pericia, lo que se ve reflejado en cierto modo en las pruebas de eficacia, afectando principalmente a la rapidez en que se llevaban a cabo las perforaciones, como también ha sido señalado por Gurova y Bonsall (2107:163). Estos aspectos, sin embargo, son difíciles de precisar cuantitativamente.

Al comparar los diferentes métodos de perforación hemos comprobado que la bailarina es el mejor sistema tanto por la facilidad de manejo como por la rapidez de trabajo, especialmente si se añade agua. Otros autores insisten, incluso, en que la bailarina da más precisión que el arco, al menos en materias delicadas como los adornos sobre concha (Ricou y Esnard, 2000). Esto es debido, sobre todo, a la presión que se ejerce durante el movimiento, pues pese a que el arco provoca más

rotación, con el taladro de disco se puede efectuar una presión mayor gracias a los pesos incluidos en su travesaño vertical y al movimiento vertical del eje que provoca el giro. Esta eficacia ha sido contrastada también en otros procesos experimentales de perforación como los de Groman-Yaroslavski y Bar-Yosef Mayer (2015:80), al comparar los resultados de la bailarina con los del taladro de varilla.

La elección de la punta, de piedra o metal, es fundamental de cara a la materia a perforar. Sobre soportes duros como la arenisca o la variscita es preferible un perforador lítico, si bien las materias blandas como el hueso se perforan con mayor facilidad con el metal. Igualmente, sobre esta última materia, las oquedades más regulares y menos estriadas son debidas al metal. La distinción del tipo de punta empleada podría hacerse con un análisis de residuos, por ejemplo fluorescencia de Rx, ya que la punta metálica deja óxido de cobre en forma de tenorita y/o pequeños residuos metálicos en las paredes y fondo de las perforaciones. Sin embargo, no siempre los objetos arqueológicos nos permitirán determinar ni este aspecto ni el sistema empleado, sobre todo si las perforaciones aparecen embotadas por el uso o han recibido algún tipo de acabado final, por ejemplo, en el caso de las perforaciones bitroncocónicas, para eliminar la arista central. En resumen, podemos indicar que a la hora de traspasar una superficie las puntas de sílex son más efectivas ante elementos más duros, mientras que, sobre plaquetas de hueso del mismo grosor, el sílex tardó 10 veces más en perforarlas que el metal.

Otro aspecto que merece ser comentado es el calentamiento que se produce durante la fricción, ya que se incrementa de manera notable con los métodos mecánicos. Durante el uso de los perforadores líticos, el trabajo sobre hueso impulsó al perforador a alcanzar un calentamiento intenso pero su morfología más irregular evitó que patinara dentro de la oquedad, el progreso fue continuo y se observó que ésta actividad no conllevó una excesiva complicación. En el caso de las brocas metálicas, el calentamiento es tan alto que usando el arco y la bailarina se llegó a quemar el hueso, como ya hemos comentado. Durante una de las experimentaciones, la punta metálica patinaba en la oquedad ósea y por accidente cayó agua sobre ella. Este hecho consiguió enfriar tanto el hueso como el metal lo que facilitó avanzar el trabajo acabando el orificio.

Añadir elementos como agua o arena ha producido resultados irregulares. La efectividad del agua se mostró claramente con dos soportes óseos que fueron perforados con bailarina. Una de las piezas trabajó sin agua y terminó 4 oquedades, mientras que otra, a la que se añadió agua puntualmente durante el trabajo, llegó a completar 8 perforaciones. Con el agua el avance es mucho mayor, tanto en tiempo como en eficacia, provocando un considerable desgaste en el orificio mientras qué con la arena, el progreso no es tan significativo. A esta misma conclusión han llegado Gurova *et al.* (2014:54) en el perforado con bailarina de materias con distinta dureza para la elaboración de elementos de adorno.

La diferencia de fricción ejerce cierta influencia en la continuidad de la actividad. La cinemática en relación al uso de puntas líticas y metálicas es distinta. Con los perforadores líticos es importante mantener una inercia constante para una mayor efectividad al perforar. En el caso de los metálicos, por el contrario, es aconsejable

hacer pausas para evitar los calentamientos de las puntas o añadir agua y así incrementar la eficacia. Sin embargo, es aún mucho más efectivo parar brevemente el trabajo cuando la punta de metal se calienta y dejarla enfriar antes de proseguir. De esta forma uno de los punzones que trabajó hueso con bailarina consiguió ejecutar toda la perforación en solo 3 minutos

Otro aspecto a tener en cuenta, y que se comprobó durante la experimentación, es la dureza de los materiales tanto de los perforantes como de las materias trabajadas. Como se ha mencionado, la arenisca cuenta con una dureza de 3-4 en la escala de Mohs, mientras que la variscita se sitúa entre 4 y 5. Los perforadores de sílex alcanzan un grado 7 en esta escala. Esto nos indica, en principio, que materiales son aptos para intervenir mejor sobre las diversas materias, pero hay que tener en cuenta, además, aspectos como el calentamiento de las puntas, el empleo de bordes lisos o irregulares por retoque y la destreza en el uso de los sistemas mecánicos.

Dependiendo del grado de dureza de los materiales difieren el avance del trabajo y la respuesta del soporte. Esta diferencia se hizo patente en las experimentaciones pues se perforó con mayor facilidad el hueso que la arenisca y esta que la variscita, independientemente del método empleado para la realización. De hecho, la dificultad de ataque a la variscita está en la línea de los resultados experimentales de Gurova *et al.* (2014) que tardaron 3 h y 22 minutos en perforar una placa de 3 mm de espesor de lazurita, con una dureza de 5,5, un poco superior a la variscita.

Los sistemas de rotación empleados, su eficacia y las huellas derivadas, confirman trabajos anteriores (Semenov, 1981; Coşkunsu, 2008; Gurova *et al.*, 2014; Gurova y Bonsall, 2017) donde se comparaban las distintas formas de perforación. En los perforadores a mano se da mucho menos deterioro, siendo más común en los ápices la presencia de una zona embotada surcada por macroescamas que no llega a adquirir un aspecto redondeado. Por el contrario, los sistemas mecánicos provocan un característico e intenso redondeamiento en el extremo apical, surcado por estrías, pulimento y, en algún caso, auténticos surcos, en posición concéntrica en torno al eje. La presencia de esas huellas concéntricas, sin embargo, es casi sistemática en los trabajos con bailarina —75,0%— y aparece en menos ocasiones sobre los perforadores que han sido insertados en taladro de arco —40,0%—.

Esta reconfiguración del ápice sucede asimismo en los punzones de metal, pero en este caso depende tanto del sistema de perforación como de la materia trabajada. Sobre materias pétreas, prácticamente todos los sistemas desarrollan un ápice redondeado pero la intensidad de uso se prolonga más hacia los laterales con la bailarina. El hueso, por su parte, deja una distribución de huellas preferentemente sobre aristas laterales opuestas y apenas altera el ápice.

Las oquedades obtenidas en estos procesos dependen tanto del sistema como de la morfología del extremo perforante, así como de la materia trabajada. Perforaciones cilíndricas de bordes nítidos pueden ser hechas tanto por instrumentos de piedra como de metal, pero los primeros sólo en el caso de taladros de recorrido recto. Las puntas líticas de forma más triangular dejan una abertura más amplia en el diámetro de la boca. El metal no siempre consigue oquedades regulares, de hecho, hay varias de ellas con bordes redondeados y paredes relativamente irregula-

res llevadas a cabo con punzones metálicos. Es preciso ampliar la experimentación con este tipo de instrumental.

Una diferencia importante es la presencia de estrías generadas por las materias primas de los elementos perforantes. El metal provoca raras estrías y cuando aparecen no recorren todo el perímetro interior, además en rocas duras como la variscita su posición puede ser desordenada si la punta patina durante el trabajo. Los perforadores de piedra, al estar retocados, rozan con las aristas las paredes interiores de las perforaciones dejando abundantes huellas que son de recorrido muy regular con los sistemas mecánicos y de disposición más desordenada con el manual.

Las perforaciones derivadas de sistemas mecánicos no siempre son tan regulares, como afirma Coşkunsu (2008), por lo que la distinción entre estas formas de perforación debe incluir necesariamente la observación de las estrías. Por otra parte, en ocasiones, no es fácil distinguir entre una perforación manual y otra de bailarina cuando se trata de minerales de grano fino, especialmente si ha sido hecha con punzón metálico (Gurova *et al.,* 2014).

El arco y la bailarina provocan una fricción intensa que calienta fuertemente los instrumentos y las materias trabajadas. Este calentamiento deja tenorita (óxidos de cobre) en los ápices de las brocas metálicas y algunas evidencias de quemado en oquedades hechas tanto con punzones líticos como metálicos. Añadir agua en el proceso frena el calentamiento en el caso de la piedra y permite tener un trabajo continuado. Con los punzones de metal es mejor parar de vez en cuando sobre materias blandas como el hueso y dejar que se enfríe la punta. Por el contrario, con la arenisca y la variscita cuando la punta se embota en exceso patina tanto que ralentiza el avance sino se añade agua.

Dada la limitación del registro arqueológico, un aspecto en el que conviene insistir, a pesar del camino recorrido, es la importancia de la Traceología para identificar los procesos tecnológicos del pasado. En este sentido cabe hacer una reflexión final sobre estas limitaciones de cara a los sistemas mecánicos de perforación que se asocian, en general, a trabajos especializados. En ellos, tanto el arco como la bailarina están formados en gran medida por materias orgánicas que no persisten, salvo condiciones muy concretas de sedimentación. Las únicas evidencias que nos quedan son las puntas de piedra o metal que se insertan en los extremos. Algunas, generalmente en piedra, no siempre presentan una manufactura cuidada y pueden ser pequeños fragmentos retocados que pasen desapercibidos, tanto en la recogida con criba ancha (Groman-Yaroslavski y Bar-Yosef, 2015:86) como en una valoración exclusivamente tecno-tipológica. De igual manera, llamamos la atención sobre algunas placas pétreas subcirculares con perforación central, interpretadas tradicionalmente como pesas de telar, pero que han podido ser igualmente utilizadas como posibles pesos de bailarina. Es el caso, entre otros, de la placa hallada en el corte Q-1 nivel 2 del poblado Neoeneolítico de Terrera-Ventura (Tabernas, Almería) (Gusi y Olaria, 1991:225, fig. 167).

El estudio de las huellas en estos instrumentos nos permitirá precisar los medios técnicos del pasado y, con ello, acercarnos a los aspectos económicos y entorno social en que fueron producidos.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, J. y BAÑOLAS, L. (1989): "Els perforadors de denes de variscita a Can Tintorer, una nova tipología. Estudi experimental", *I Jornades Arqueològiques del Baix Llobregat. Pre-actes* (López Borgoñoz, A., Menéndez, X., Molist, N., Solias, J. M.ª y Vollmer, A., eds.), Ajuntament de Castelldefels, Castelldefels, vol. 1, pp. 50-54.

AVEZUELA ARISTU, B., MARTÍN-LERMA, I., MARÍN DE ESPINOSA, J. A. y MUÑOZ IBÁÑEZ F. J. (2011): "Los adornos colgantes en el Paleolítico Superior: experimentación sobre las perforaciones en *Littorina obtusata*", *La investigación experimental aplicada a la Arqueología* (Morgado, A., Baena Preysler, J. y García González, D., eds.), Málaga, pp. 263-269.

BARCIELLA GONZÁLEZ, V. (2015): *El lenguaje de los adornos: tecnología, uso y función. Adornos de la Edad del Bronce en Alicante y Albacete*, Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, Alicante. URL: http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/53182

BORISKOVSKII, P. I. (1963): *Ocherki po Paleolitu Basseina Dona: maloizučennye poselenija drevnego kamennogo veka v Kostenkach*, Materialy i Issledovaniya po Arkheologii SSSR 121, Akademii Nauk SSSR, Moskva (en ruso).

BOSCH, J. y ESTRADA, A. (2002): "Minería y producción de adornos de calaíta durante el neolítico en Gavá (Baix Llobregat, Barcelona)", *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas. 1er Congreso de Análisis Funcional en España y Portugal* (Clemente Conte, I., Risch, R. y Gibaja Bao, J. F., coords.), British Archaeological Reports. International Series 1073, Oxford, pp. 237-242.

CARRERA, A. (2013): *Elasticidad y dureza de los huesos*, Facultad de Ciencias de la Salud" Eugenio Espejo", Escuela de Odontología, Universidad Tecnológica Equinocial, Quito

CAUVIN, J. (1968): *Les outillages néolithiques de Byblos et du litoral libanais*, Librairie d'Amérique et d'Orient, A. Maisonneuve, Fouilles de Byblos. Tome IV, Paris.

COŞKUNSU, G. (2008): "Hole-making Tools of Mezraa Teleilat with Special Attention to Micro-borers and Cylindrical Polished Drills and Bead Production", *Neo-Lithics* 1/08, pp. 25-36

GROMAN-YAROSLAVSKI, I. y BAR-YOSEF MAYER, D. E. (2015): "Lapidary technology revealed by functional analysis of carnelian beads from the early Neolithic site of Nahal Hemar Cave, southern Levant", *Journal of Archaeological Science* 58, pp. 77-88.

GUROVA, M., BONSALL, C., BRADLEY, B., ANASTASSOVA, E. y CURA, P. (2014): "Experimental approach to prehistoric drilling and bead manufacturing", *Technology and Experimentation in Archaeology* (Cura., S., Cerezer., J., Gurova., M., Santander., B., Oosterbeek, L. y J. Cristóvão, J., eds.), Brithis Archaeological Reports. International Series 2657, Oxford, pp. 47-55.

GUTIÉRREZ SÁEZ, C. y MARTÍN-LERMA, I. (2014): "Traceology on Metal. Use-Wear Marks on Copper-Based Tools and Weapons", *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology* (Marreiros, J. M., Gibaja, J. F. y Bicho, N., eds.), Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique, Springer, Cham, pp. 171-188.

HOFFECKER, J. F. y HOLLIDY, V. T. (2013): "Landscape Archaeology and the Dispersal of Modern Humans in Eastern Europe", *Paleolit Severnoi Evrazii i Ameriki: Pamyatniki, Kul'tury, Traditsii*, Petersburg Oriental Studies, Archaeologica Petropolitana, Saint Petersburg, pp. 140-170.

IBÁÑEZ J. J., URQUIJO J. G. y RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. (2007): "The Evolution of Technology during the PPN in the Middle Euphrates: A View from Use-wear Analysis of Lithic Tools", *Systèmes techniques et communautés du Néolithique précéramique au Proche-Orient. Actes du 5e colloque international, Frejus, 2004* (Astruc, L., Binder, D. & Briois, F., eds.), Editions APDCA, Antibes, pp. 153-165.

JUAN CABANILLES, J. (2008): *El utillaje de piedra tallada en la Prehistoria reciente valenciana: aspectos tipológicos, estilísticos y evolutivos*, Servicio de Investigación Prehistórica del Museo de Prehistoria de Valencia, Serie de Trabajos Varios 109, Valencia.

MARTÍN LERMA, I. (2015): *Funcionalidad de la industria lítica magdaleniense del interior peninsular: La Peña de Estebanvela (Ayllón, Segovia),* Tesis Doctoral, Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UNED, Madrid.

MEDEMBACH, O. y SUSSIECK-FORNEFELD, C. (1990): *Minerales*, Blume, Barcelona.

MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G. (1997): *Guía de minerales y rocas*, Grijalbo, Barcelona.

MUÑOZ MORO, P. (2015): *Los brazales de arquero de la meseta española. Análisis y valoración funcional,* Trabajo de Fin de Máster inédito, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

NOAÍN MAURA, M.J. (1996): "Las cuentas de collar en Variscita de las minas prehistóricas de Gavà (Can Tintorer). Bases para un estudio experimental", *CuPAUAM* 23, pp. 37-86.

NORTHOVER, P. (1982): "The metallurgy of the Wilburton hoards", *Oxford Journal of Archaeology* 1:1, pp. 69-109.

PÉREZ ARRONDO, C. y LÓPEZ DE CALLE CÁMARA, C. (1986): *Aportaciones al estudio de las culturas eneolíticas en el Valle del Ebro II. Los orígenes de la metalurgia*, Gobierno de la Rioja, Logroño.

REY I SOLÉ, M. (2011): *Aproximación al estudio arqueopetrológico de la litoteca de la cuenca de la Charente (Francia)*, Trabajo Fin de Máster inédito, Universidad de Barcelona, Barcelona.

RICOU, C. y ESNARD, T. (2000): "Étude expérimentale concernant la fabrication de perles en coquillage de deux sites artenaciens oléronais", *Buletin de la Société Préhistorique Française* 97:1, pp. 83-93.

ROVIRA LLORENS, S. y GÓMEZ RAMOS, P. (2003): *Las primeras etapas metalúrgicas en la península Ibérica. III Estudios metalográficos*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Ministerio de Cultura, Madrid.

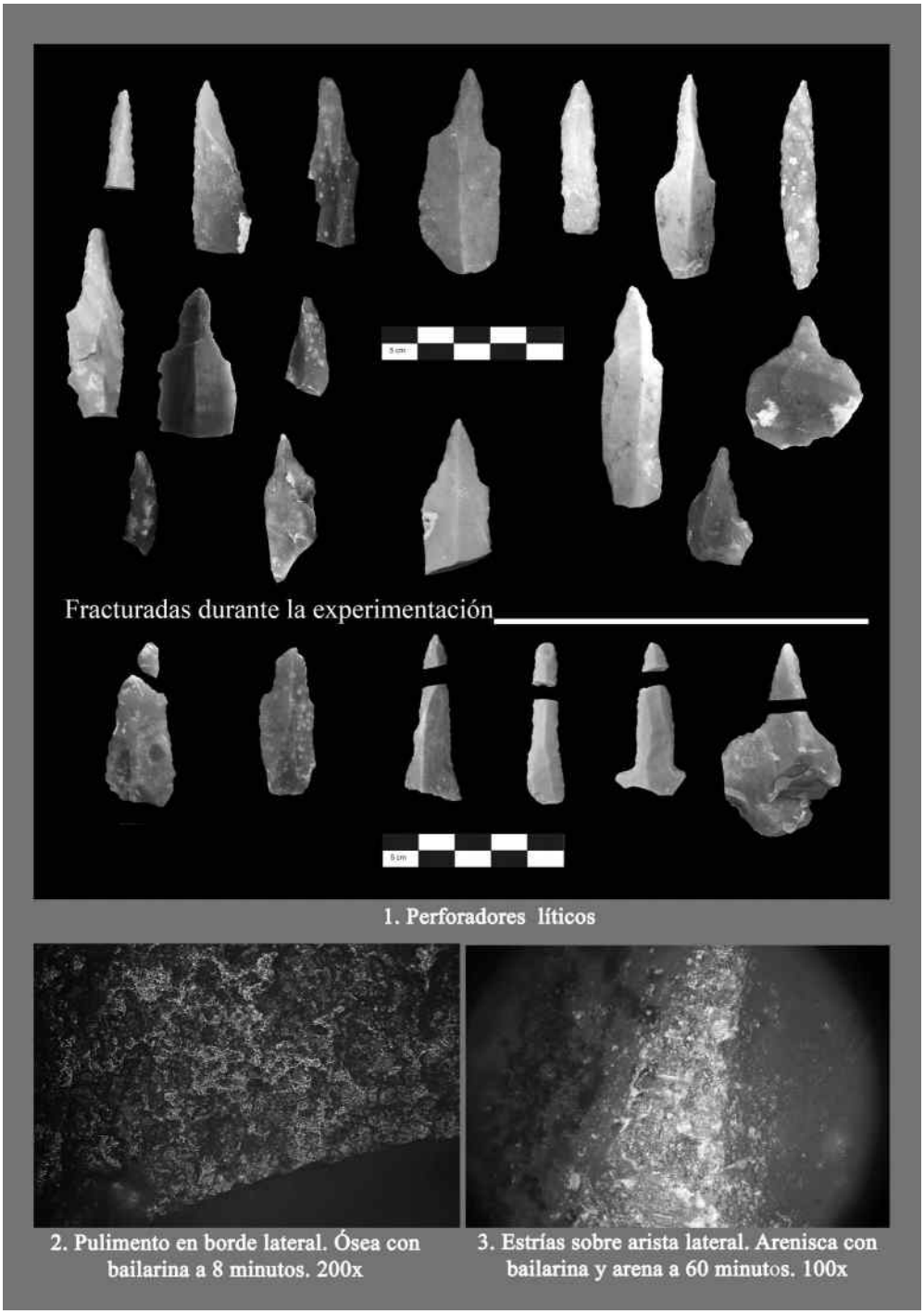
ROVIRA LLORENS, S., MONTERO RUIZ, I. y CONSUEGRA RODRÍGUEZ, S. (2003): *Las primeras etapas metalúrgicas en la península Ibérica. I Análisis de materiales*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Ministerio de Cultura, Madrid.

RUBIO CONDE, J. (2009): *Gemas en España. Recopilación realizada por Jesús Rubio Conde, alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid*, Madrid.

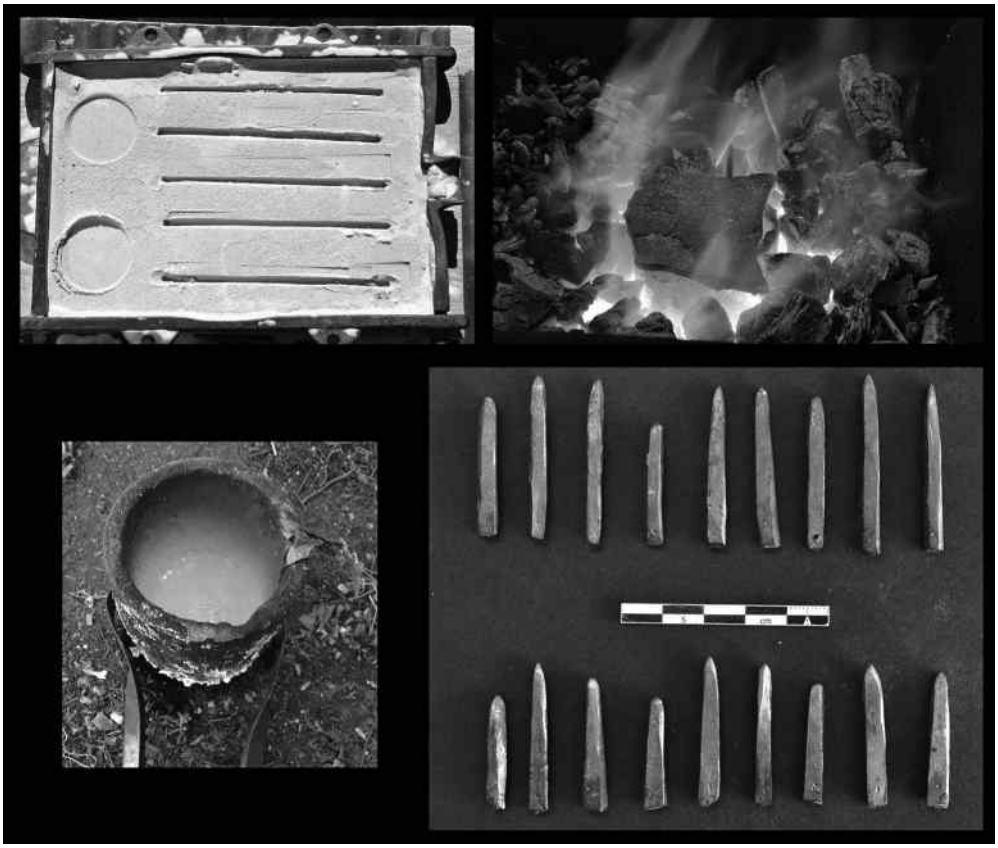
SEMENOV, S.A. (1981): *Tecnología prehistórica*, Ed. Akal, Madrid.

SOLANS HUGUET, J. y DOMENECH CASELLAS, M. V. (1978): "Naturaleza y significado de la dureza de los minerales", *Trabajos de Geología* 10, pp. 407-423.

UNGER-HAMILTON, R., LECHEVALIER, M. y RONEN, A. (1989): A Preliminary Microwear Analysis of Borers from Hatula, Israel, *Qüartar* 39/40, pp. 141-149.

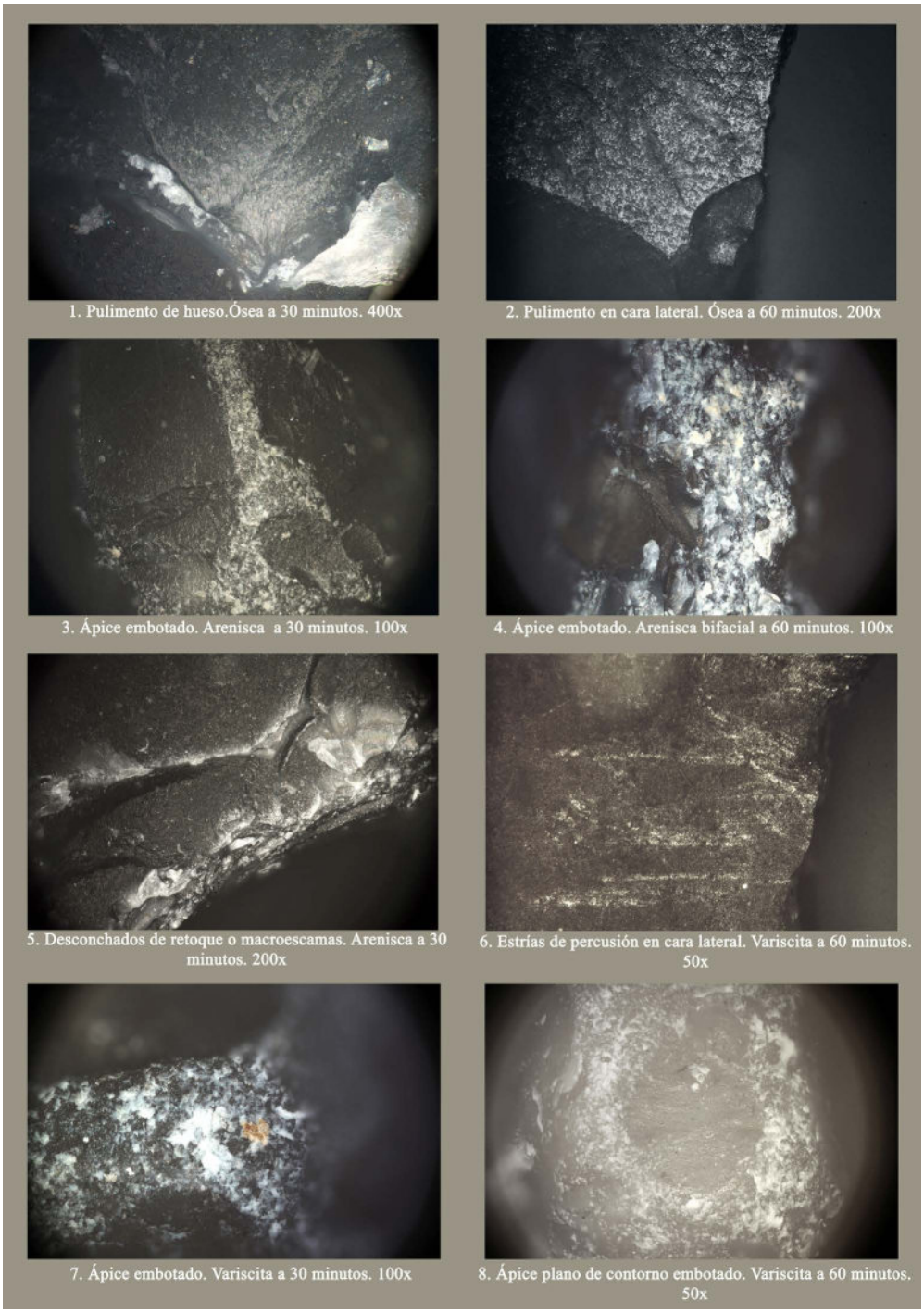


Lám. 1.—Perforadores líticos empleados y huellas de uso.

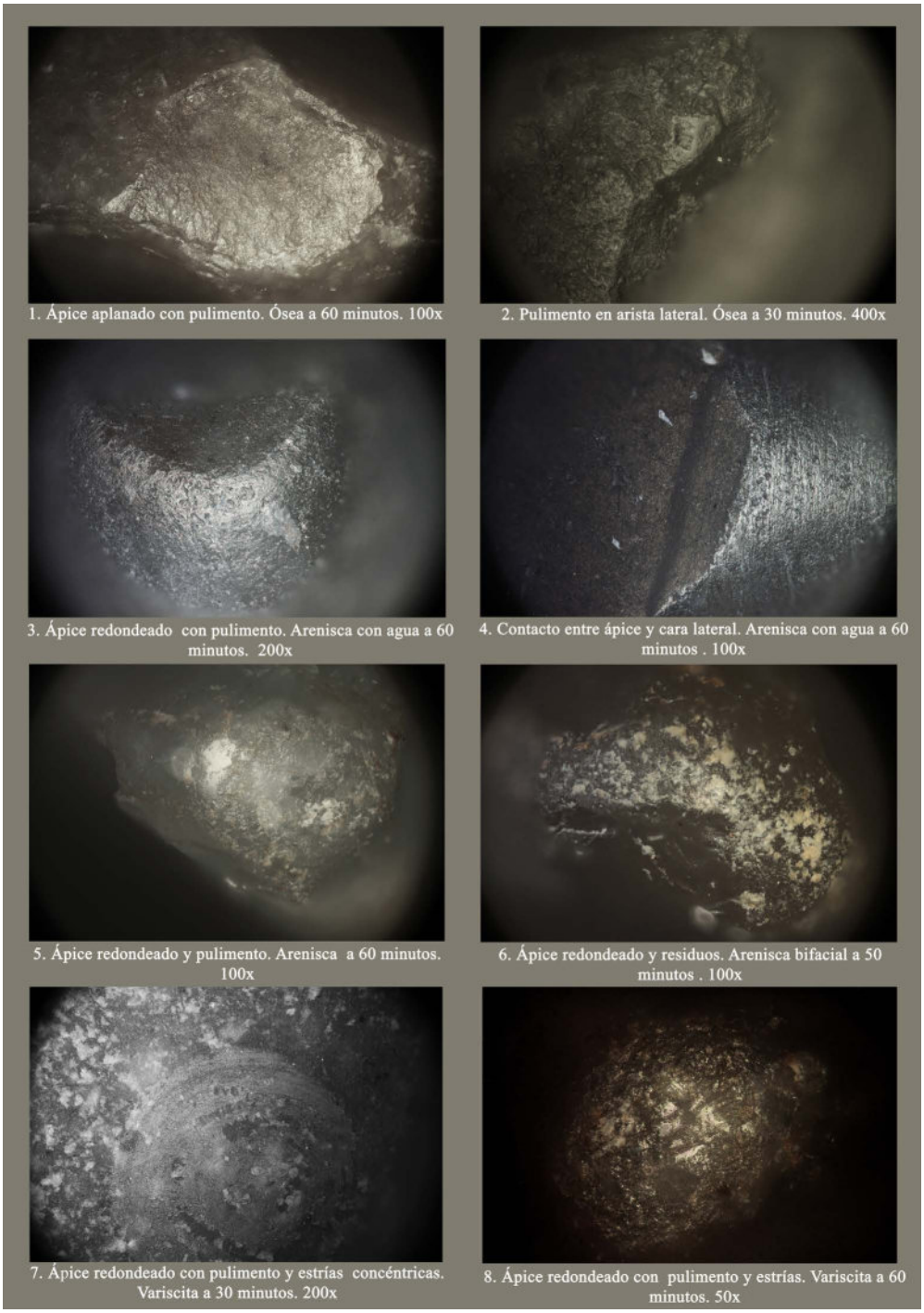


Lám. 2.—Proceso tecnológico metalúrgico.

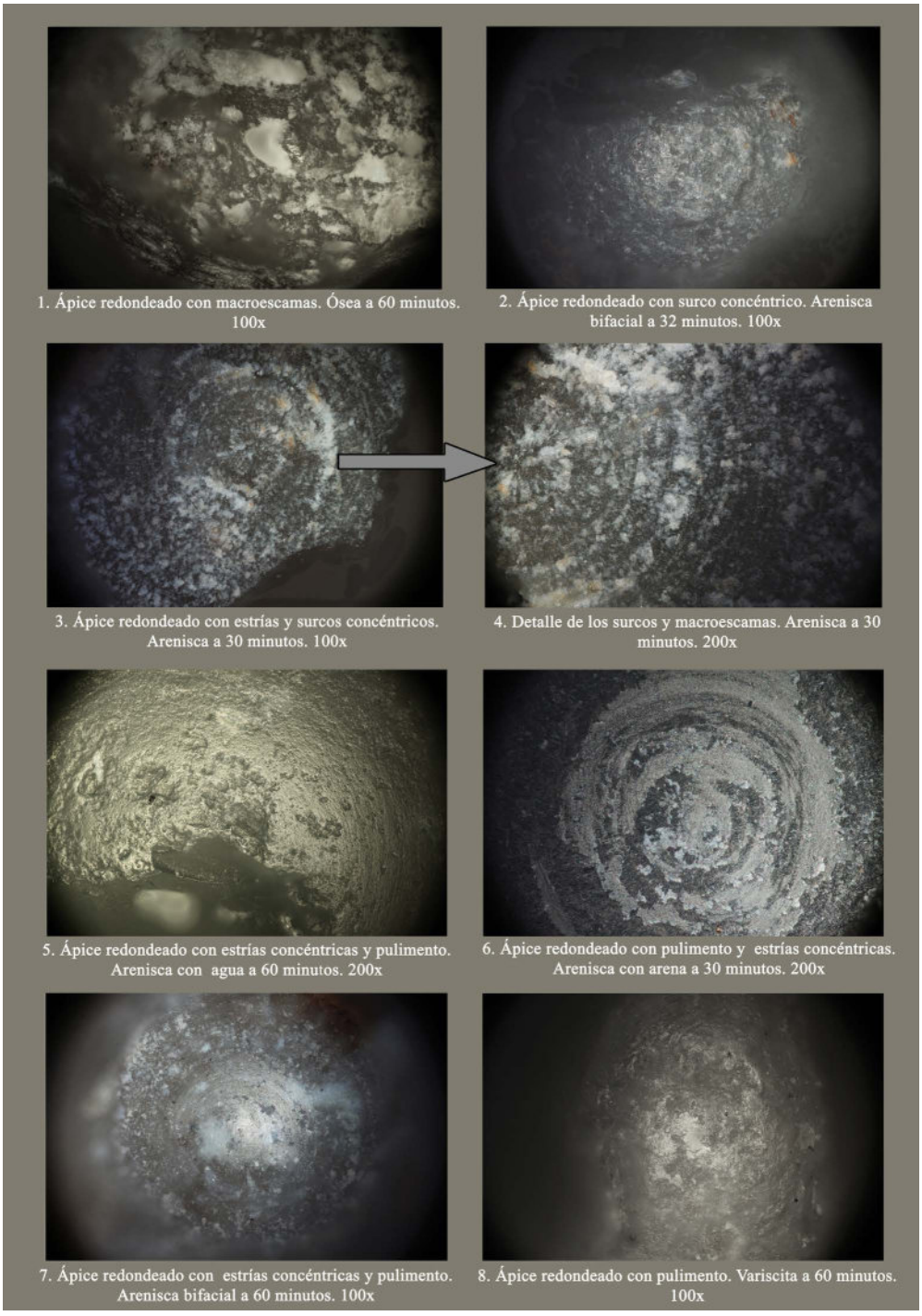
Lám. 3.—Tipos perforación empleados.
Izquierda: taladro manual; centro: bailarina o taladro de disco; derecha: taladro de arco.



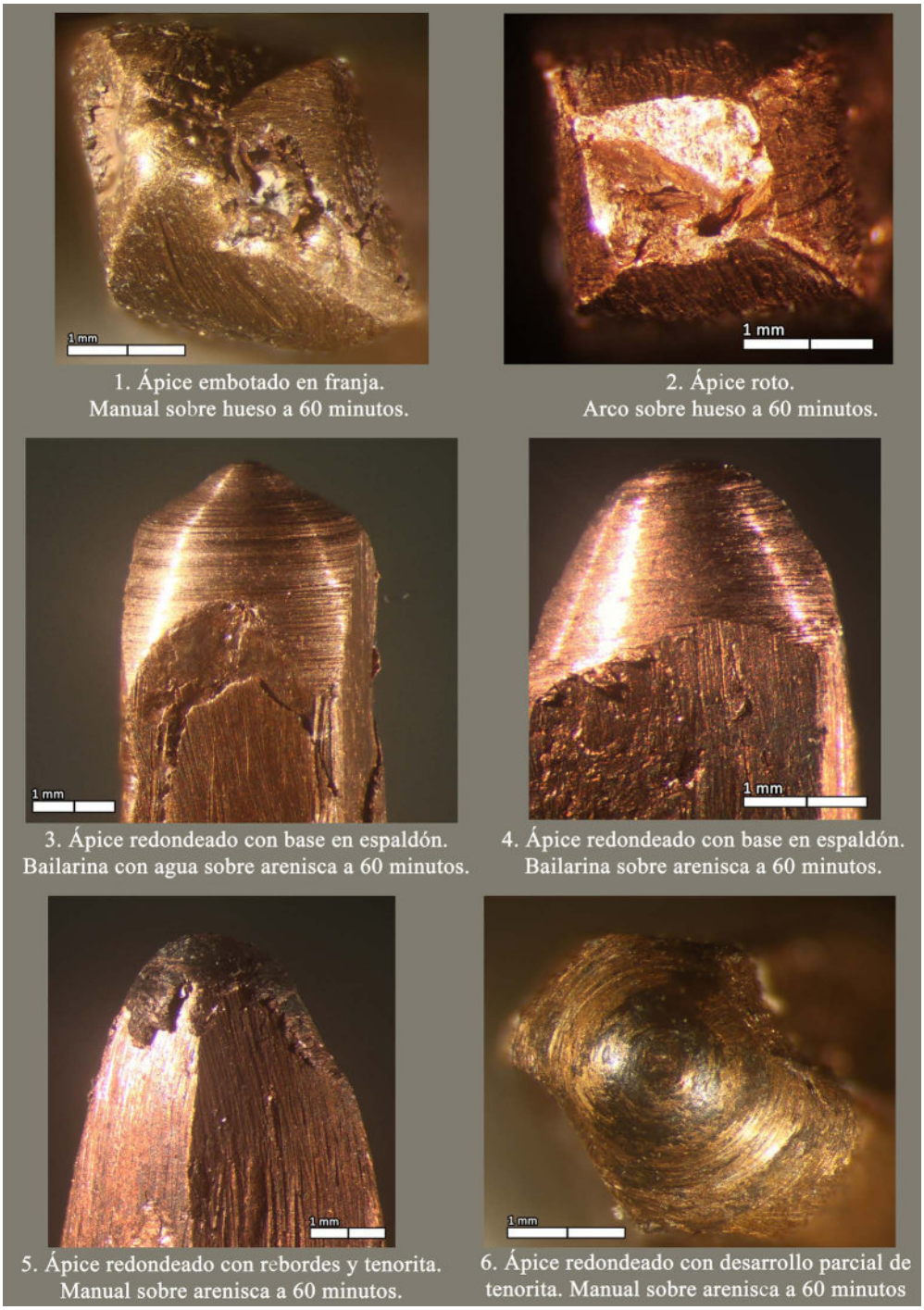
Lám. 4.—Huellas de uso de perforador lítico con sistema manual.



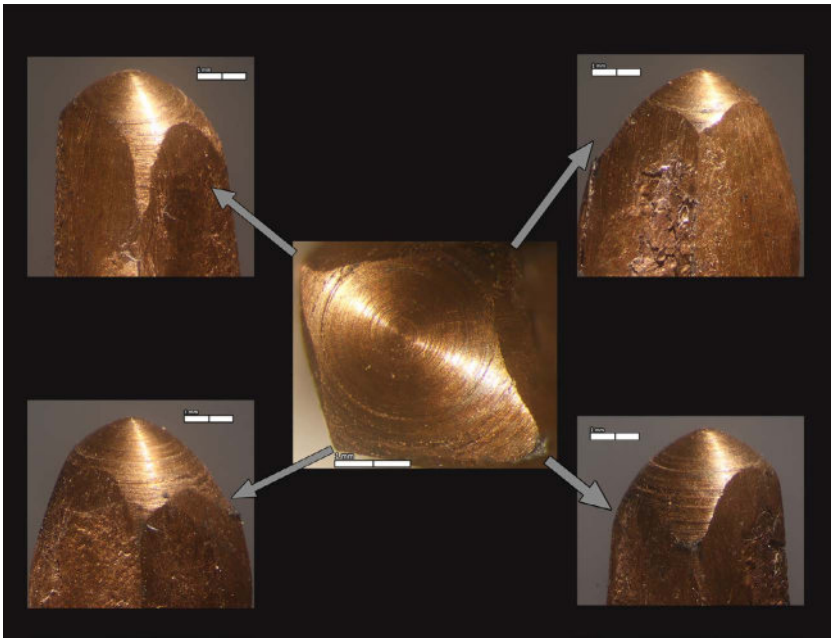
Lám. 5.—Huellas de uso de perforador lítico con taladro de arco.



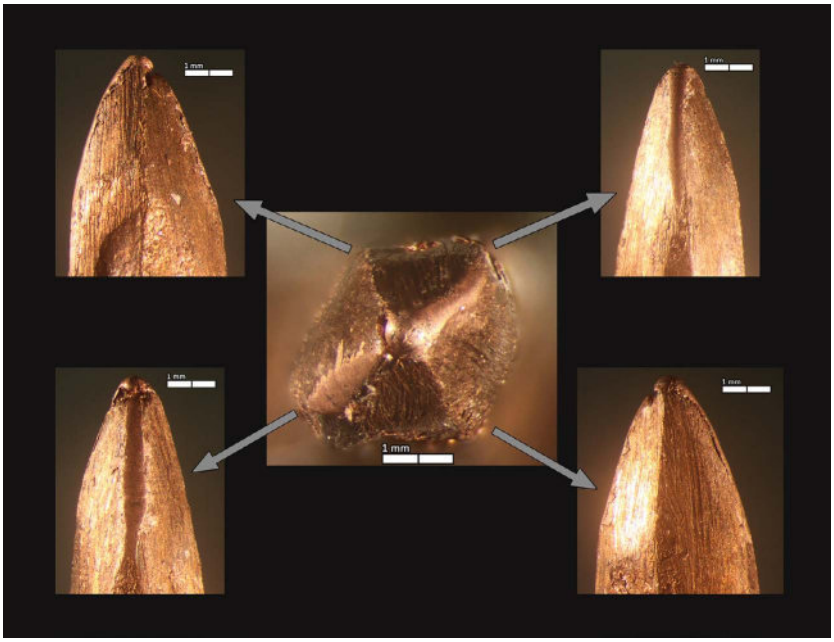
Lám. 6.—Huellas de uso de perforador lítico con taladro de disco o bailarina.



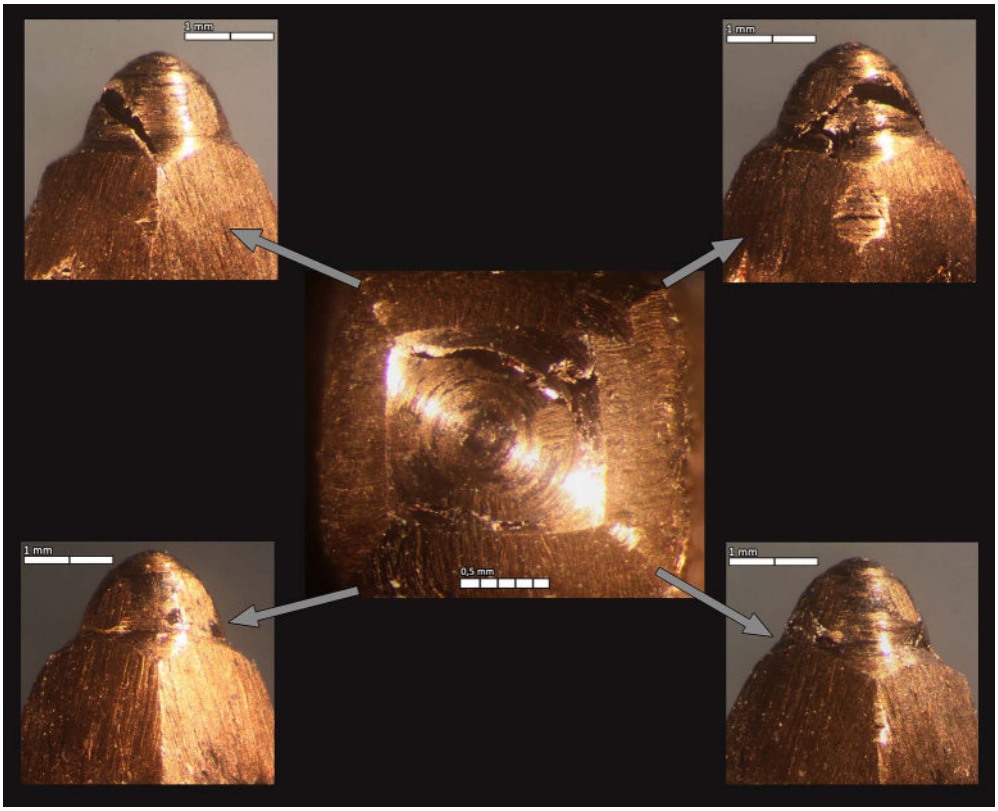
Lám. 7.—Deformaciones de los ápices de punzones metálicos.



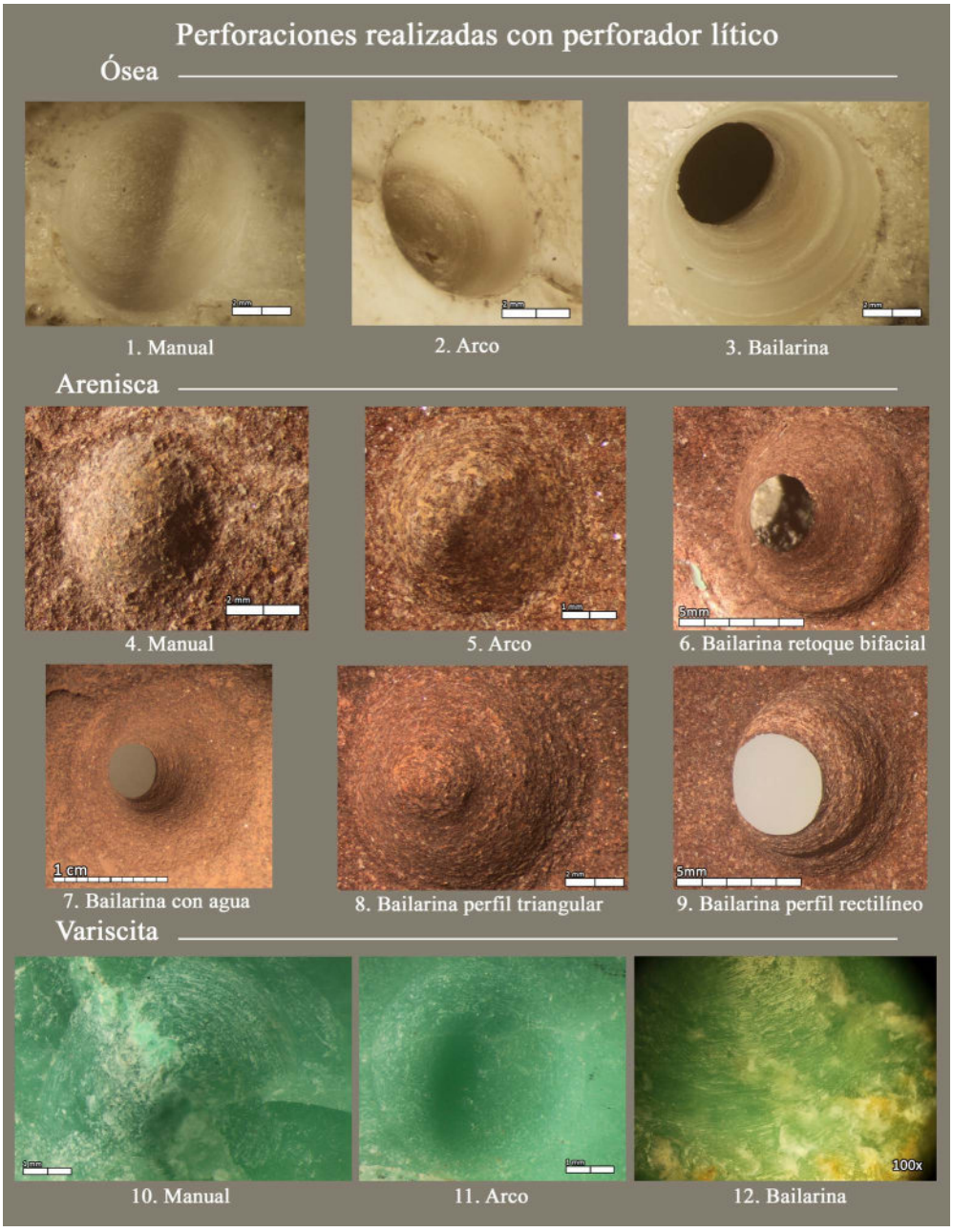
Lám. 8.—Distribución más intensa de las huellas en laterales alternos. Punzón de bronce (Sn 8%) empleado con bailarina sobre arenisca con agua.



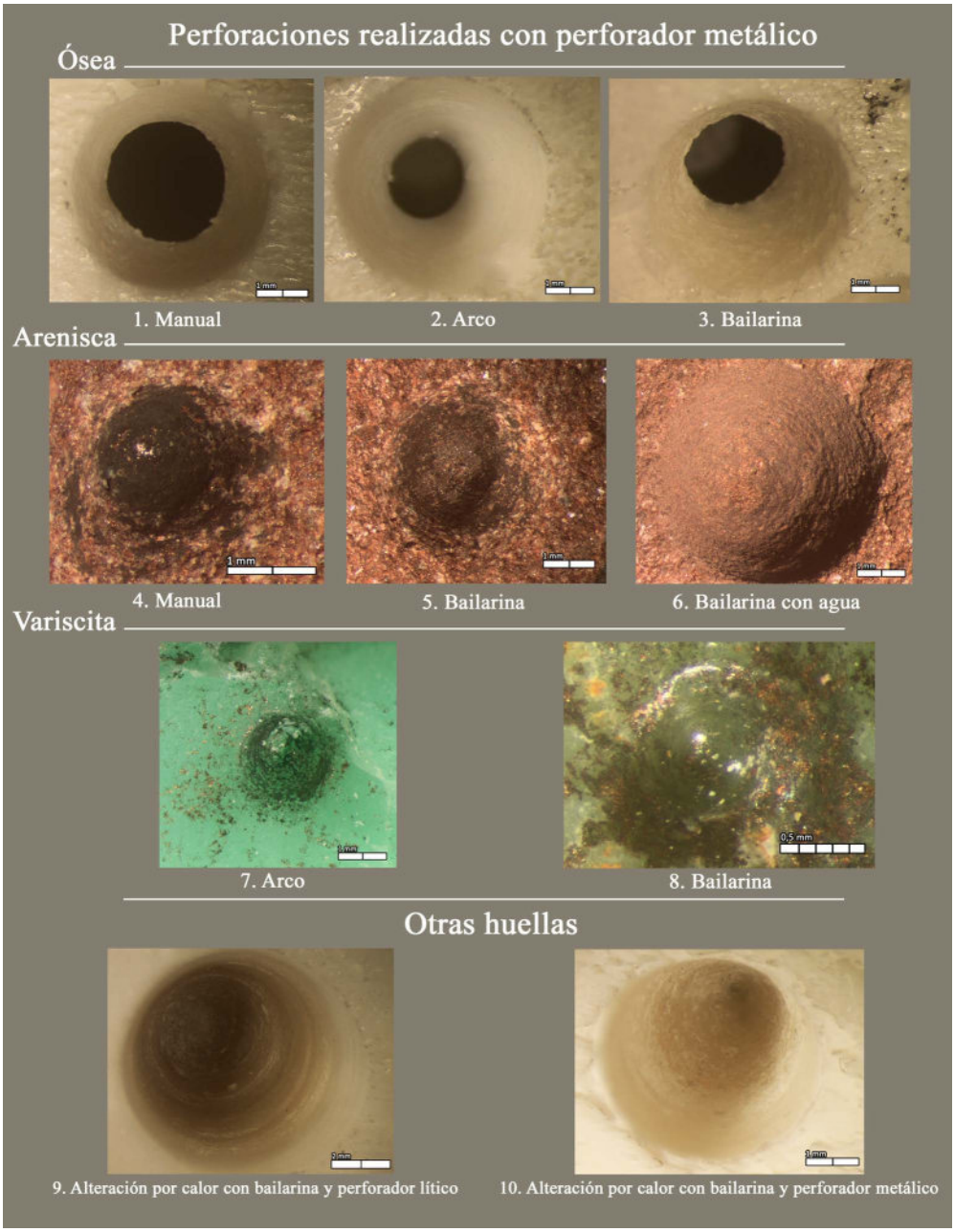
Lám. 9.—Distribución de las huellas solo en laterales alternos. Punzón de bronce (Sn 2%) empleado con bailarina sobre hueso.



Lám. 10.—Ápice redondo con fisuras y surco en tres cuartos de su recorrido. Punzón de bronce (Sn 8%) empleado con arco sobre variscita.



Lám. 11.—Perforaciones realizadas con perforadores líticos.



Lám. 12.—Perforaciones realizadas con punzones metálicos.

EL DOCUMENTO ARQUEOLÓGICO

ARCHAEOLOGICAL DATA

EL CASCO DE HIERRO DE LA TUMBA 27 DE GALERA

The Iron Helmet from Galera's Grave 27

RAIMON GRAELLS I FABREGAT *

RESUMEN Le trabajo presenta los resultados del estudio del casco de hierro de la colección Cabré. Se identifican detalles técnicos que permiten reconocer la filiación celto-itálica del casco y su cronología en la segunda mitad del s. IV a.C.

Palabras clave: Galera, Casco de hierro, Cultura ibérica, Italia céltica, Mercenario.

ABSTRACT The paper presents the results of the study of the iron helmet from the Cabré collection. Technical details allow an identification to recognize it as a celto-italic production, dated in the second half of the s. IV BC.

Key words: Galera, Iron Helmet, Iberian Culture, Celtic Italy, Mercenary.

INTRODUCCIÓN

Se presenta el estudio del casco de hierro de la tumba 27 de la necrópolis de Galera (prov. Granada), custodiado en el Museo Juan Cabré de la localidad de Calaceite (prov. Teruel) con Nr. de Inventario MJC0064[1], después de su estudio en los laboratorios del Römisch Germanisches Zentralmuseum en Mainz (Alemania)[2].

* Römisch-Germanisches Zentralmuseum (RGZM), Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie, Kompetenzbereich Vor- und Frühgeschichte. Ernst-Ludwig Platz, 2; 55116, Mainz (Deutschland). *graells@rgzm.de*

Fecha de recepción: 02-06-2016. Fecha de aceptación: 08-01-2017.

1. Su estudio, realizado en el Römisch-Germanisches Zentralmuseum de Mainz (Alemania) —De ahora en adelante RGZM— entre febrero de 2015 y diciembre de 2017, forma parte del proyecto de investigación sobre el mercenariado prerromano hispano y su interacción mediterránea iniciado en 2010 con la ayuda de la Alexander von Humboldt Stiftung.

2. El traslado se hizo previa solicitud de exportación temporal del casco de hierro de la tumba 27 de la necrópolis de Galera (prov. Granada) - Museo Juan Cabré de Calaceite (prov. Teruel), Nr. de Inventario MJC0064 - a la DGA en 2014, y el permiso de Exportación temporal de Bienes emitido por la Junta de Valoración, Calificación y Exportación de Bienes (Expte. Nr. 2014/03235), se procedió al traslado del citado casco al RGZM el 02.02.2015 devolviéndose al Museo Juan Cabré de Calaceite el 19.12.2016.

Durante los 22 meses en que el casco estuvo en el RGZM se procedió a documentar gráficamente el casco mediante dibujo, fotografías[3] y radiografías[4], pero la restauración, prevista inicialmente, no pudo acometerse por la clara ausencia de metal en varios puntos, confirmada por las radiografías. Ello hizo que el equipo de restauración del RGZM decidiera no actuar sobre el casco por precaución. A favor de la idea de no actuar sobre el casco está, por encima de cualquier otra, saber que el proceso de corrosión está estabilizado y que la serie de radiografías permiten el estudio y caracterización del casco.

El trabajo que sigue presenta el estudio del casco y se ilustra con el dossier con la documentación gráfica realizada en el RGZM (dibujos, fotografías y radiografías).

ESTUDIOS PRECEDENTES

El casco de hierro de la tumba 27 de la necrópolis de Galera ha sido repetidamente citado en estudios sobre tipología de cascos y armas de la Península Ibérica (Cabré y Motos, 1920:30-31, 78; Abásolo y Pérez, 1980:108, n. 23; García-Mauriño, 1993:107-108, n. 24; Pereira *et al.*, 2004:100; García Jiménez, 2012:310-312, fig. 176, 177.1, 305; Graells, 2014:129; Rodríguez-Ariza, 2014:392; Mazzoli, 2016: Cat. Nr. 4) aunque hasta la fecha no cuenta con un estudio específico.

El casco procede de las primeras excavaciones que J. Cabré realizó en la necrópolis, momento en el que lo documentó fotográficamente (fig. 1). De todos modos, la documentación acerca del contexto de hallazgo es muy limitada y no recoge, lamentablemente, ni la posición ni la totalidad del material asociado al casco.

En la publicación de Cabré y Motos (1920:30-31), se indica como J. Cabré adquirió el ajuar de la tumba al propietario de los terrenos (D. Juan Heras) que le brindó las informaciones relativas al descubrimiento. El descubridor fue *El Pajarero,* saqueador habitual de la necrópolis, durante la primavera de 1919[5]. Se trataba de una gran cámara circular sin *dromos* y sin construcción en piedra, seguramente con un importante túmulo que, a causa de las labores agrícolas realizadas en la esplanada del *Pingarote,* había perdido parte de su volúmen (Cabré y Motos 1920:28-29). En su interior, dos incineraciones con ajuares identificados como de guerrero, el primero formado por falcata y *soliferrum*, el segundo, falcata, lanza corta, escudo y casco.

El contexto del túmulo 27 (Cabré y Motos 1920:30-31; Pereira *et al.*, 2004:99-100) (fig. 2), identifica dos conjuntos en su interior: el "A" formado por dos vasos cerámicos, mientras que el "B" —donde se recuperó el casco— formado por varios vasos (fig. 3) así como una hoja de falcata, que gracias a la empuñadura conservada en el interior del casco puede identificarse como de tipo Caballo (Quesada, 1997a,

3. Las fotografías están depositadas en el Bildarchiv del RGZM con los números comprendidos entre PH_2016_03538 y PH_2016_03543.

4. Las radiografías están depositadas en el Bildarchiv del RGZM con los números comprendidos entre R_2015_00026 y R_2015_00033.

5. Síntesis sobre las primeras excavaciones en Martínez, 2017.

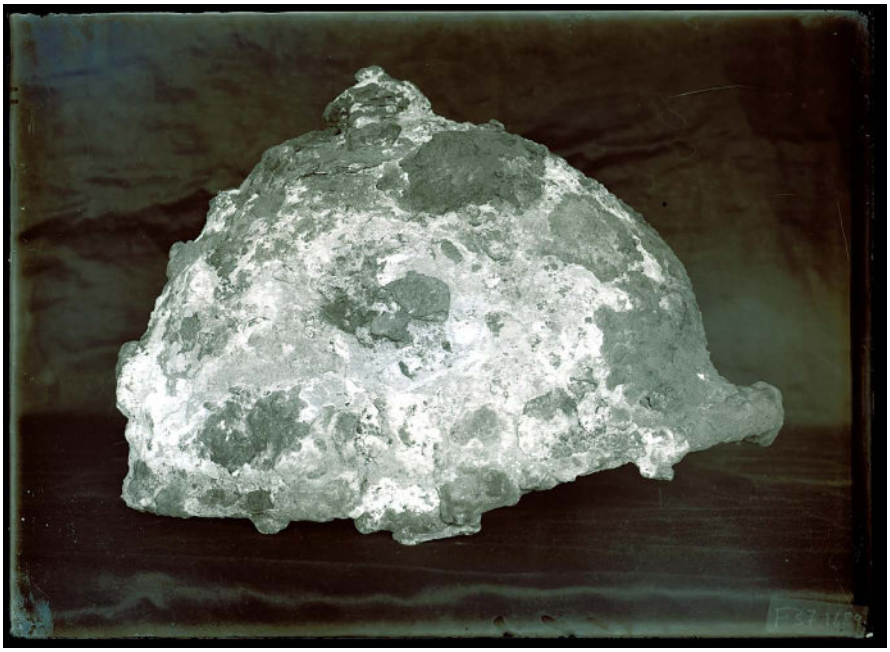


Fig. 1.—Fotografía del casco poco después de su hallazgo, ya en la colección J. Cabré (foto Archivo Cabré IPH-1689).

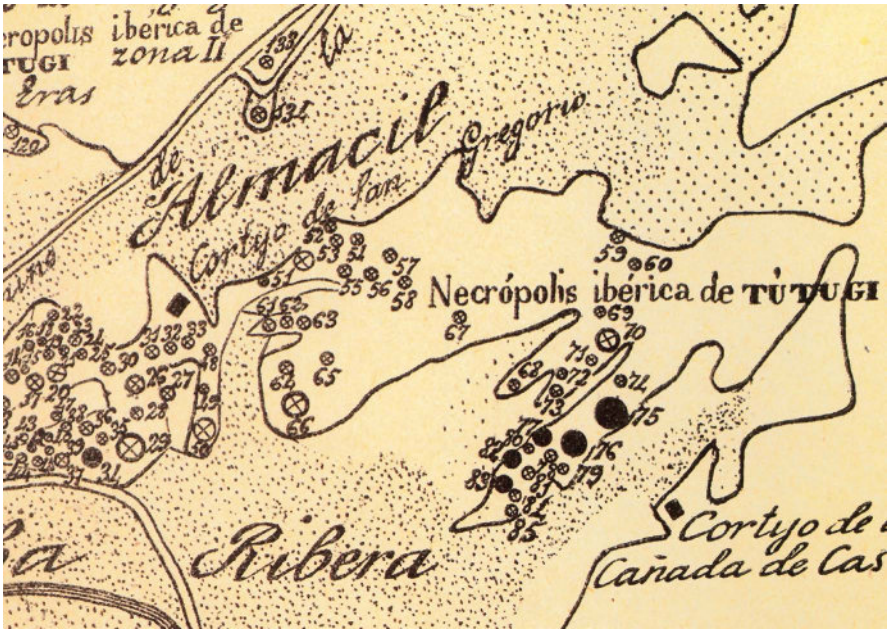


Fig. 2.—Posición del túmulo 27 en la necrópolis según mapa realizado por J. Cabré (Pereira *et al.*, 2004, portada).

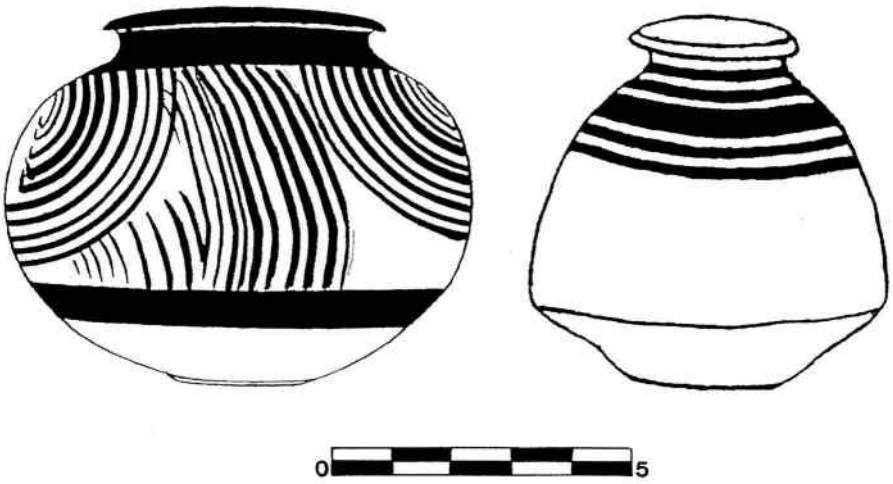


Fig. 3.—Vasos cerámicos recuperados en el conjunto B del túmulo 27 (Pereira *et al.*, 2004: fig. 31.2-3).

844, Nr. 5430), doblada y de grandes dimensiones, una asa de escudo, una punta de lanza, un posible *soliferrum* doblado y el citado casco. A diferencia de las piezas cerámicas, el casco se conservó en la colección particular de J. Cabré.

Las dimensiones del casco son: H. 19 cm; Diám. máx. 26 cm; Diám. mín. 20 cm; Grosor del borde 0,8 cm. (láminas I-V).

Hasta ahora se ha discutido acerca de su tipología, que se ha relacionado tanto con tipos centroeuropeos (García Jiménez, 2012:310-312) como con tipos itálicos (Graells, 2014:128-130; 2016:59; Mazzoli 2016:110-118), coincidiendo ambas propuestas con una cronología en el cambio entre el s. IV y III sec. a.C. que es la cronología con la que se ha fechado el conjunto "B" de la tumba 27 (Pereira *et al*., 2004:100; Rodríguez-Ariza 2014: fig. 285).

EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

El estudio conseguido a partir de la evaluación radiológica, ha permitido descartar la propuesta de que el borde fuera conseguido mediante la inclusión de una lámina plegada sobre el mismo en forma de U (García Jiménez, 2012:310-312) (fig. 4), lo cual relacionaría el casco con el tipo céltico de producción centroeuropea caracterizado por U. Schaaff como "Eisenhelme mit angesetztem Nackenschutz" (Schaaff, 1974:151-171). En realidad, las radiografías no muestran este acabado sino que en ese punto evidencian como la corrosión ha provocado la desaparición del borde, con toda seguridad conseguido mediante un mayor grosor de la misma

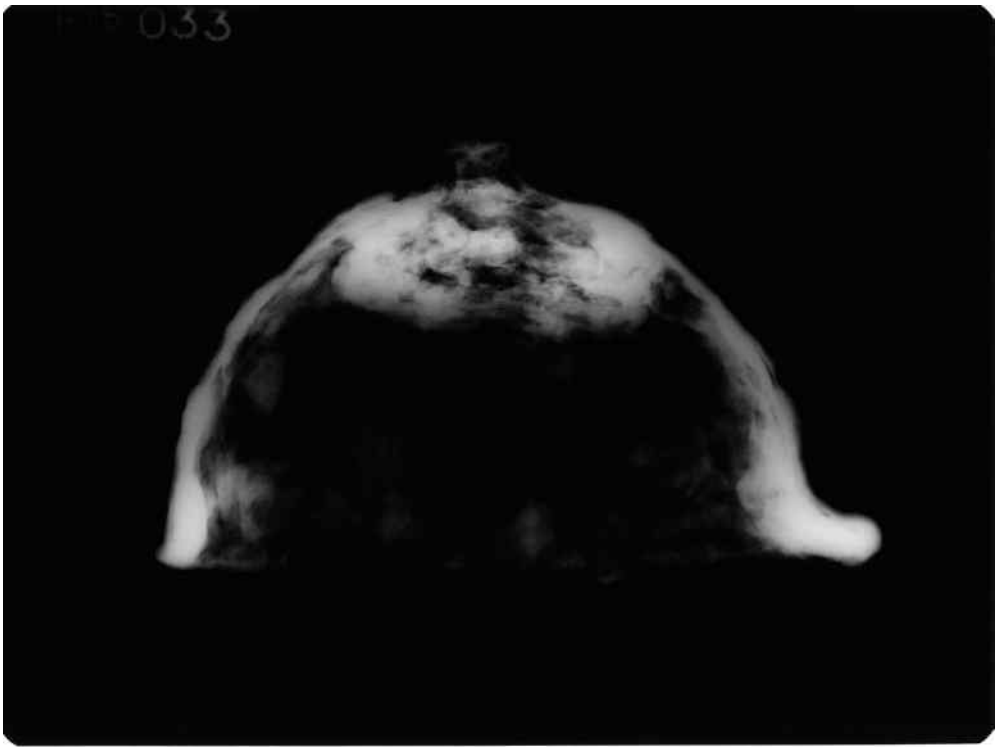


Fig. 4.—Radiografía, vista lateral izquierda del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. (R_2015_00033, S. Patscher).

lámina de la calota (fig. 5). Esta característica, es de por sí importante al distanciarse de lo observado sobre los cascos célticos europeos y, por el contrario, frecuente en las producciones célticas italianas.

En un reciente estudio, G. García Jiménez proponía que su guardanucas estuviera remachado como para el ejemplar de La Pedrera (Vallfogona de Balaguer-Térmens, prov. Lleida) (*vid. infra*) y que sería un argumento clave para identificarlo como una producción transalpina (García-Jiménez, 2012:310-312, fig. 176-177). Pero el análisis radiológico ha revelado como calota y guardanucas son la misma pieza, tal y como es característico para las producciones itálicas de cascos de hierro.

Observaciones precedentes del casco habían identificado a los lados de la calota, las plaquitas para fijar las carrilleras. Estas plaquitas, funcionalmente identificables como bisagras, no responden a un modelo tubular (Mazzoli, 2016:113) sino a unas piezas rectangulares dobladas sobre sí mismas y fijadas a la pared interna de la calota mediante un único remache.

La parte superior, normalmente identificada como apéndice, consta de una estructura compleja. Fijada desde el interior mediante una plaqueta discoidal

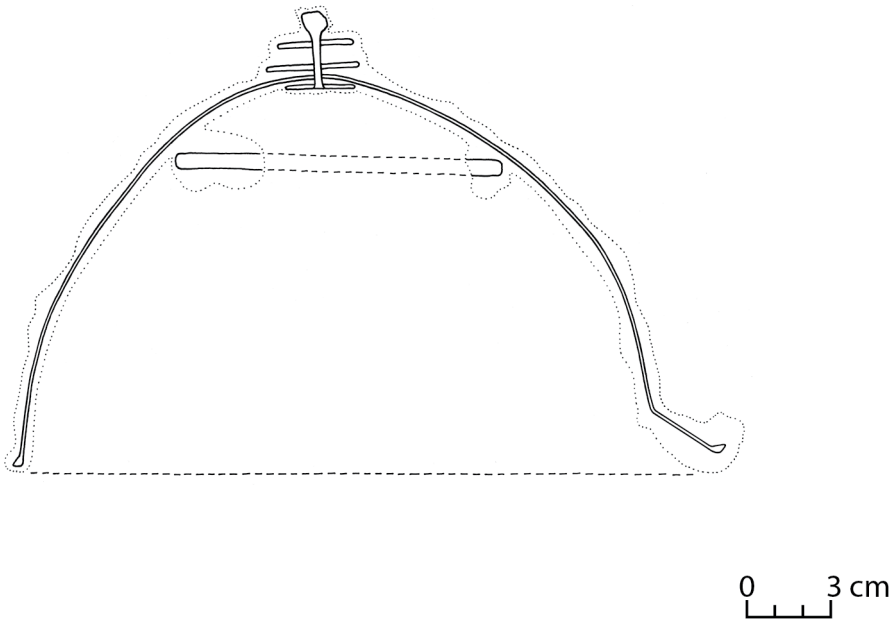


Fig. 5.—Reconstrucción de la forma de la calota y estructura del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera, a partir de la información de las radiografías (Dibujo M. Weber, RGZM).

(observable claramente en las radiografías) (fig. 6), dispone un perno de sección cuadrangular hacia el exterior y sobre éste se fijan, como mínimo, dos discos de hierro. Es posible que este elemento esté fracturado y le falte la parte superior, para la que no disponemos de propuesta reconstructiva ante la falta de paralelos para este tipo de elementos sobre cascos de hierro. M. Mazzoli ha indicado la proximidad con los apéndices con discos de hierro de los cascos de Entremont (Aix en Provence, Francia) (Girard, 2013:73-74, fig. 13; Mazzoli, 2016:113), de La Pedrera (Vallfogona de Balaguer-Térmens, prov. Lleida) (Graells, 2011:111-113, figs. 34-35; 2014:128-129, fig. 33; 2016:57-59, fig. 25; Mazzoli, 2016:115, fig. 6) o incluso de Agris (Charente, Francia) (Gómez de Soto y Verger, 1999; Mazzoli, 2016:113) —aunque en este caso la decoración con coral se distancia de los anteriores— o de Canosa di Puglia (Barletta-Andria-Trani, Italia) (Schaaff, 1988, n. 104: 516-518; Mazzoli, 2010; 2016:113) —con ligeras diferencias en cuanto a la ornamentación del perno—.

Sobre el lado izquierdo de la calota, perpendicular al borde, se observa una lámina rectangular de hierro que surge desde el apéndice superior. Este elemento que ya había sido indicado por parte de G. García Jiménez (García Jiménez, 2012:311), podría enfatizar la relación del presente casco con el de Agris (Charente, Francia) (Mazzoli, 2016:114).

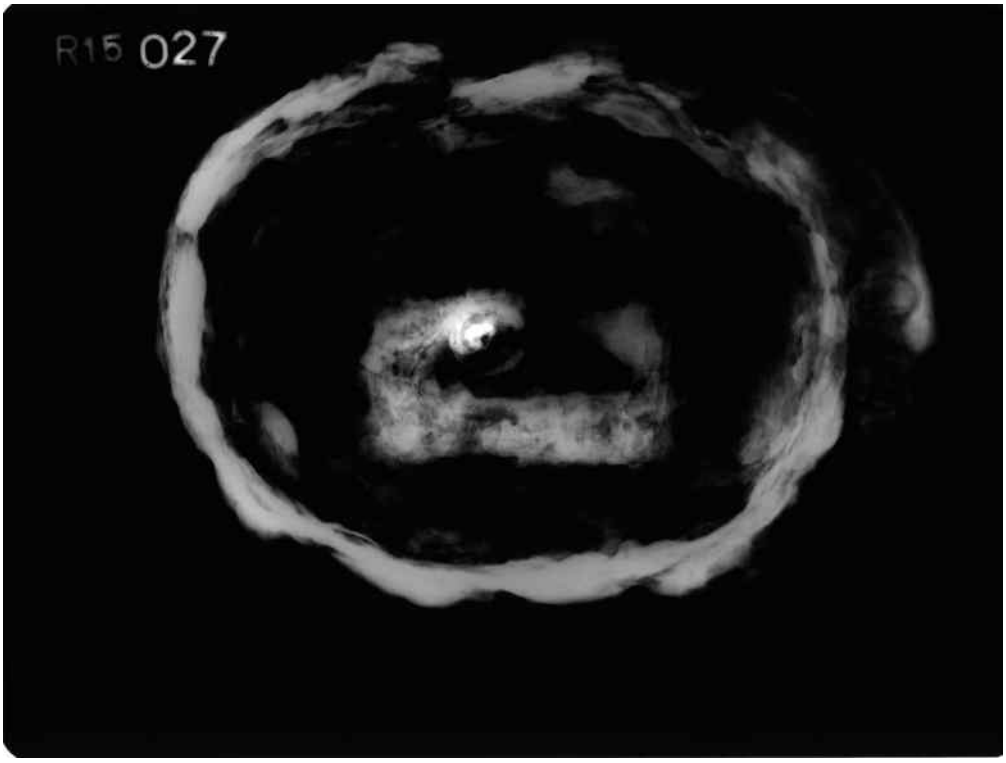


Fig. 6.—Radiografía, vista desde el interior de la calota del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. (R_2015_00027, S. Patscher).

La proximidad del apéndice superior con ejemplares distribuidos entre la Galia y el área ilergeta, reforzado quizás por la presencia de la lámina aplicada sobre la calota, haría pensar en su insersión en la serie céltica-occidental, pero las radiografías han documentado en la parte interior del guardanucas una plaqueta rectangular fijada en su centro por un único remache que, gracias a dos plegados de sus extremos, acoge dos anillas de hierro abiertas (figs. 7-8). Esta plaqueta y anillas se revelan fundamentales para reconocer el tipo del casco y su área de producción como itálica.

LOS CASCOS DE HIERRO EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

El casco de Galera debe contextualizarse arqueológicamente en varios niveles. En primer lugar, dentro de la serie de cascos de hierro que llegaron a la Península Ibérica. Simultáneamente, en un marco más amplio en el que se analicen los procesos mediante los que se adoptaron este tipo de cascos extrapeninsulares y cuáles fueron sus destinaciones (bélica, ostentación, otros).

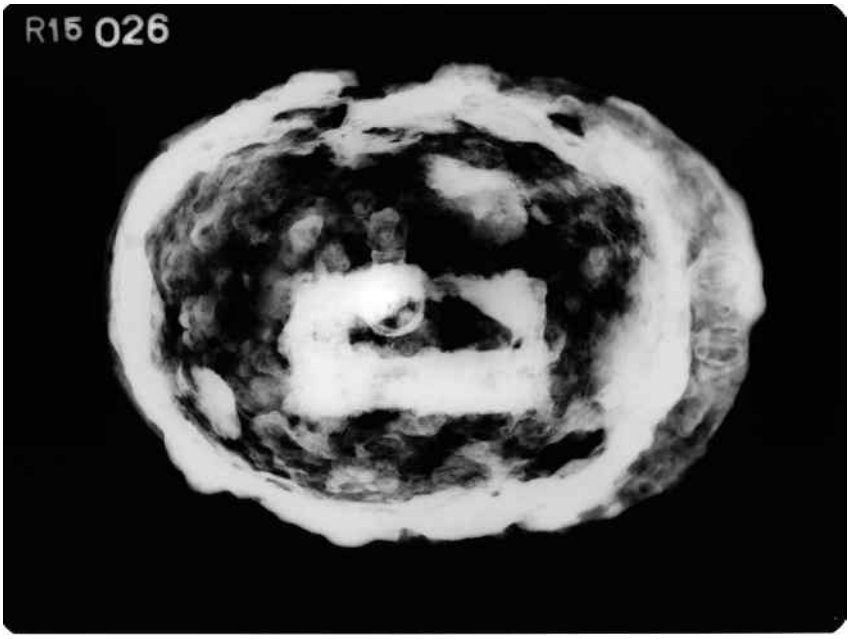


Fig. 7.—Radiografía, vista desde el interior de la calota del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. (R_2015_00026, S. Patscher).

Fig. 8.—Radiografía, vista de detalle de las anilals en el interior del guardanucas del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. (R_2015_00032, S. Patscher).

Los escasos cascos de hierro recuperados en la Península Ibérica (Graells, 2014: fig. 31; Graells, Lorrio y Pérez, 2015: fig. 8; Mazzoli, 2016:110-118, fig. 1) presentan una cronología concentrada en la segunda mitad del s. IV a.C. y una aceptada filiación céltica (Quesada, 1997a:558-559; García Jiménez, 2012:303-313; Mazzoli, 2016:110), que se divide en dos series, una europea y otra itálica – Cabe decir que en el fundamental trabajo de F. Quesada (superado en relación a algunas categorías como la de los cascos de hierro) se consideraba céltico sólo el casco de la Pedrera (Quesada, 1997a:558-559, N.Inv. 3068) y muy posiblemente, con una cronología similar de mediados del siglo IV a.C., también el casco de hierro de la tumba 478 de la necrópolis del Cigarralejo en Mula (Murcia), que a nuestro entender corresponde a la misma serie itálica que el de la tumba 27 de Galera –.

Como ha sido indicado, se conocen actualmente diez ejemplares que muestran un cuadro poco claro (fig. 9), en parte a causa de la ausencia de restauraciones y estudios analíticos como el realizado para el casco de Galera. Al ejemplar de la tumba 27 de Galera, deben sumarse los ejemplares de la tumba 478 de El Cigarralejo, de *Libisosa* (Lezuza, prov. Albacete), de la tumba 11 de Castellones de Ceal (Hinojares, prov. Jaén), de la tumba a cámara de Toya (Peal de Becerro, prov. Jaén), de la tumba 137 di Túgugi (Galera, prov. Granada) y de una tumba de guerrero de

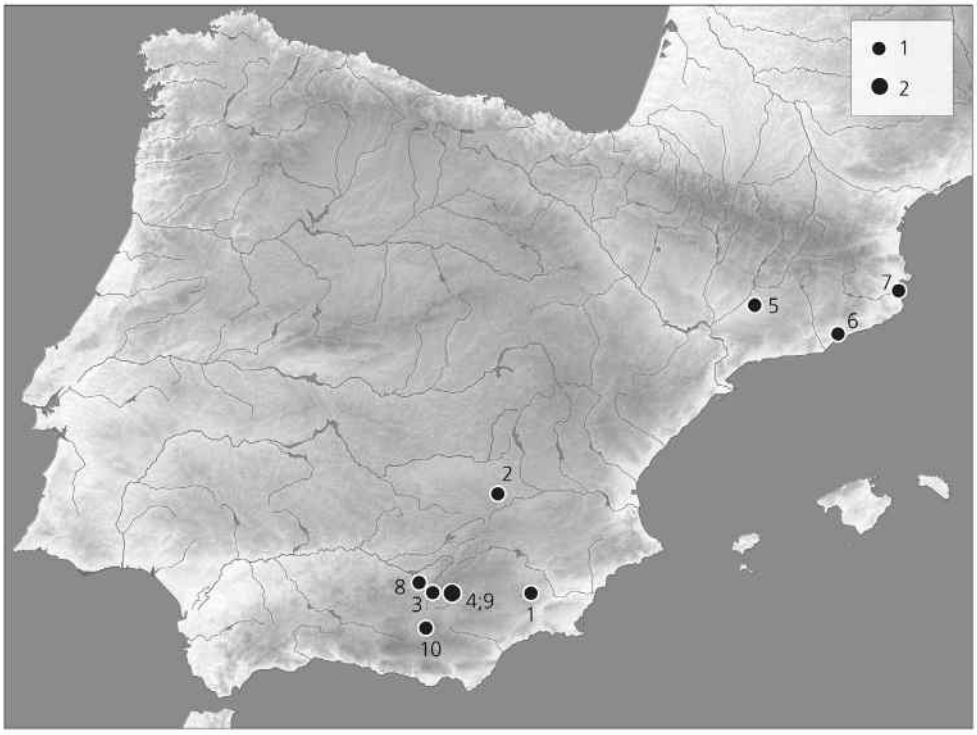


Fig. 9.—Mapa de distribución de los cascos de hierro de la Península Ibérica (según Mazzoli, 2016: fig. 1).

Acci (Guadix, prov. Granada), y posiblemente otro ejemplar fragmentado recuperado en la necrópolis de Galera (Cabré y Motos 1920:78).

En el grupo céltico clásico debe integrarse el ejemplar de La Pedrera (Museu de Lleida: Diocesà i Comarcal N.Inv. L-880 y L-2376) (Graells, 2011:111-113, fig. 34-35; 2014:128-129, fig. 33; 2016:57-59, fig. 25; García-Jiménez, 2012:312-313, fig. 178; Mazzoli, 2016:115, fig. 6, Nr. Cat. 5); el ejemplar del silo 24 de Can Miralles ha querido relacionarse con esta serie pero ni los elementos supuestamente aplicados a la calota ni los detalles del guardanuca permiten afirmarlo (García-Jiménez, 2012:308-309, fig. 173-175; García-Jiménez y Graells 2016).

El casco de la tumba 27 de la necrópolis de Túgi corresponde claramente a una producción celto-itálica por los motivos anteriormente expuestos. Esta identificación es relevante para la caracterización de los cascos de hierro documentados en la cuenca de Guadix-Baza (muchos de ellos no conservados o solo de manera fragmentaria), pues de reconocerse una filiación celto-itálica (ya reconocida, por otro lado, en relación a la abundante presencia de piezas de juego en pasta vítrea, Graells, 2014:131-136, figs. 36-38; 2016:59, fig. 28) podría indicar un vector de interacción mediterránea sustancial y concentrado en el mundo de la guerra como dinamizador y no, como normalmente acontece, a partir de intereses meramente comerciales.

Así cascos de díficil identificación, como el casco de la tumba 478 de la necrópolis de El Cigarralejo (Cuadrado, 1989:111, fig. 52; Quesada, 1997b: fig. 1; García-Jiménez, 2012:306-307, fig. 171; Graells, 2014:129; Mazzoli, 2016:111, fig. 2), clasificado por García-Jiménez dentro del grupo de *Böckweiler* por su parecido con el de la tumba 994 de Hallstatt (García-Jiménez, 2012:307), debería revisarse. La observación directa del ejemplar y su dibujo, demuestran el comprometido estado de conservación, lo cual condiciona la identificación y no excluye que otras partes (especialmente el apéndice superior) no se conservaran o fuera restaurado en modo inadecuado.

Si atendemos a que en el s. IV a.C. este tipo de cascos no son de producción peninsular, queda discutir su condición de elementos importados y el modo como llegaron. Existen distintas posibilidades:

Por un lado, habrá quien considere la posibilidad de una circulación comercial, aunque este tipo de elementos raramente pueden considerarse en esas dinámicas vista la falta de evidencias y el carácter claramente local, identitario de esas armas. En contra de esta propuesta, además, hay que considerar la ausencia de relación comercial entre el mundo céltico centroeuropeo o celto-itálico y los distintos contextos de donde proceden estas piezas no puede ser tomado como válido

Una circulación en contextos de desplazamiento de contingentes humanos. Como ha sido propuesto para los ejemplares documentados en los Balcanes, donde estos cascos se proponen como símbolos de los invasores célticos, es decir, como elementos importados junto a los guerreros que se desplazaron y no como mercancías (Guštin, 2011:124);

Una adquisición por parte del último propietario en el marco de un periplo fuera de su entorno cultural ha sido propuesto para el caso de la Pedrera (Graells,

2011, *passim*; 2014:169-177; 2016:52-60), en ese caso en el marco de su actividad mercenaria en la Italia meridional y, muy posiblemente también, en la tumba 478 de la necrópolis de El Cigarralejo (Mula, prov. Murcia)[6];

Pero también podría considerarse un desplazamiento en otro marco, quizás cooperativo, a una distancia mucho menor como sería el sur de Francia, en el caso del casco de Can Miralles.

CONCLUSIONES

Con los datos a nuestra disposición, el casco de la tumba 27 de Galera debe fecharse en la segunda mitad del s. IV a.C., tal y como ratifican las cronologías de sus paralelos así como la presencia en su interior de una empuñadura de falcata, estudiada e identificada como de la serie de caballo, con abundante decoración damasquinada (con combinación de cortos segmentos con triángulos, no identificándose ni motivos vegetales ni zoomorfos), visible sólo a partir de las radiografías.

A nivel morfológico, presenta las características clásicas para clasificarlo dentro de la serie de cascos de hierro celto-itálicos de producción, verosímilmente, en el área Apenínica centro-septentrional (entre las regiones de la Emilia Romagna, Umbria y Le Marche) (Mazzoli, 2016:113). Se convirtie de este modo en la primera evidencia de esta relación entre la Italia céltica y el sureste peninsular lo que abre la posibilidad, ahora con datos fiables, de reconocer en esta misma procedencia la de los demás cascos de hierro del sureste peninsular.

La investigación de esta dinámica, ya atestiguada con la distribución de piezas de pasta vítrea discoidales entre ambas regiones, será un elemento fundamental para comprender la actividad mercenaria y las relaciones internacionales de las sociedades ibéricas concentradas en el sureste.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración del Museo J. Cabré de Calaceite, de modo que el primer agradecimiento va a sus responsables Carmen Portolés y Lola Peinado. El estudio, documentación gráfica y discusión en los laboratorios del RGZM debe un reconocimiento a diferentes colegas (por orden alfabético): G. Bardelli, Prof. Dr. M. Egg, V. Iserhardt, M. Mazzoli, S. Patscher y M. Weber. Queda un último agradecimiento al revisor/a que con sus comentarios ha mejorado la versión final del trabajo.

6. Actualmente en curso de estudio por quien firma junto a M. Pérez, V. Page y J. M. García-Cano.

BIBLIOGRAFÍA

ABÁSOLO, J.A. y PÉREZ, F. (1980): "El casco céltico de Gorrita (Valladolid)", *Boletín del Seminario de estudios de arte y arqueología* 46, pp. 93-114.

CABRÉ, J. y MOTOS, F. DE (1920): *La necrópolis ibérica de Túrugi (Galera, Provincia de Granada). Memoria de las excavaciones pract. en al campaña de 1918*. Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos Memoria 25, Madrid.

CUADRADO, E. (1989): *La panoplia ibérica de »El Cigarralejo« (Mula, Murcia)*, Murcia.

GARCÍA JIMÉNEZ, G. (2012): *El armamento de influencia La Tène en la Península Ibérica (siglos V-I a. C.)*, Monographies Instrumentum 43, Montagnac.

GARCÍA-JIMÉNEZ, G. y GRAELLS, R. (2016): "El trofeo de Can Miralles. el silo 24 y los trofeos de armas del nordeste de la península ibérica", *Vie quotidienne, tombes et symboles des sociétés protohistoriques de Méditerranée nord-occidentale. Mélanges offerts à Bernard Dedet* (de Chazelles, Cl.-A. y Schwaller M. Éds.), Monographies d'Archéologie Méditerranéenne Hors série n.º 7, Lattes, pp. 613-636.

GARCÍA-MAURIÑO, J. (1993): "Los cascos de tipo Montefortino en la Península Ibérica. Aportación al estudio del armamento de la IIª Edad del Hierro", *Complutum* 4, pp. 95-146.

GIRARD, B. (2013): "Du fragment à la panoplie: les armements et les équipements du Second Âge du Fer", *Au fil de l'epé. Armes et guerriers en pays celte méditerranéen* (Girard, B. ed.), Musée archéologique de Nîmes, Bulletin de l'École Antique de Nîmes 30, Nîmes, pp. 63-77.

GOMEZ DE SOTO, J. y VERGER, S. (1999): *Le casque celtique de la grotte d'Agris*, Musée d'Angoulême, Angoulême.

GRAELLS, R. (2011): "Mistophoroi Ilergetes: el ejemplo de las tumbas de Caballo de la necrópolis de la Pedrera (Vallfogona de Balaguer-Térmens, Catalunya, España)", *Jahrbuch RGZM* 55, pp. 81-158.

GRAELLS, R. (2014): *Mistophoroi ex Iberias Una aproximación al mercenariado hispano a partir de las evidencias arqueológicas (s. VI-IV a. C.)*, Archeologia Nuova Serie 1, Venosa.

GRAELLS, R. (2016): "La influencia del mercenariado hispánico sobre el armamento de la Península Ibérica (s. VI-IV a.C.)", *Armas de la Hispania Prerromana / Waffen im vorrömischen Hispanien. Actas del Encuentro Armamento y arqueología de la guerra en la Península Ibérica prerromana (s. VI-I a. C.): problemas, objetivos y estrategias* (Graells, R. y Marzoli, D. eds.), RGZM-Tagungen 24, Mainz, pp. 37-77.

GRAELLS, R., LORRIO, A.J. y PÉREZ, M. (2015): "A new Hispano-chalcidian helmet fragment from Castillejo (Prov. Soria) in the RGZM", *Archäologisches Korrespondenzblatt* 45:1, pp. 91-104.

GUŠTIN, M. (2011): "On the Celtic tribe of Taurisci: local identity and regional contacts in the ancient world", *The Eastern Celts: the communities between the Alps and the Black Sea* (Guštin, M. y Jevtić, M. eds.), Annales Mediterranei, Koper, pp. 119-128.

MARTÍNEZ LÓPEZ, C. (2017): "La excavación de Túrugi (Galera, Granada) en las cartas de Federico de Motos y el marqués de Cerralbo", *Lucentum* 36, pp. 77-91.

MAZZOLI, M. (2010): "Was macht ein keltischer Prunkhelm in Apulien? Der Helm von Canosa", *Kelten: Kelten? Keltische Spuren in Italien* (M. Schönfelder, hrsg.), Römisch-Germanischen Zentralmuseum 19. Mai bis 1. August 2010, Mainz, pp. 30-33.

MAZZOLI, M. (2016): "Elmi 'Montefortino' nel Mediterraneo occidentale", *Armas de la Hispania Prerromana / Waffen im vorrömischen Hispanien. Actas del Encuentro Armamento y arqueología de la guerra en la Península Ibérica prerromana (s. VI-I a. C.): problemas, objetivos y estrategias* (Graells, R. y Marzoli, D. eds.), RGZM-Tagungen 24, Mainz, pp. 109-147.

PEREIRA, J., CHAPA, T., MADRIGAL, A., URIARTE, A. y MAYORAL, V. (eds.) (2004): *La Necropolis iberica de Galera (Granada). La coleccion del Museo Arqueológico Nacional,* Ministerio de Cultura, Madrid.

QUESADA, F. (1997a): *El armamento ibérico. Estudio tipológico, geográfico, funcional,*

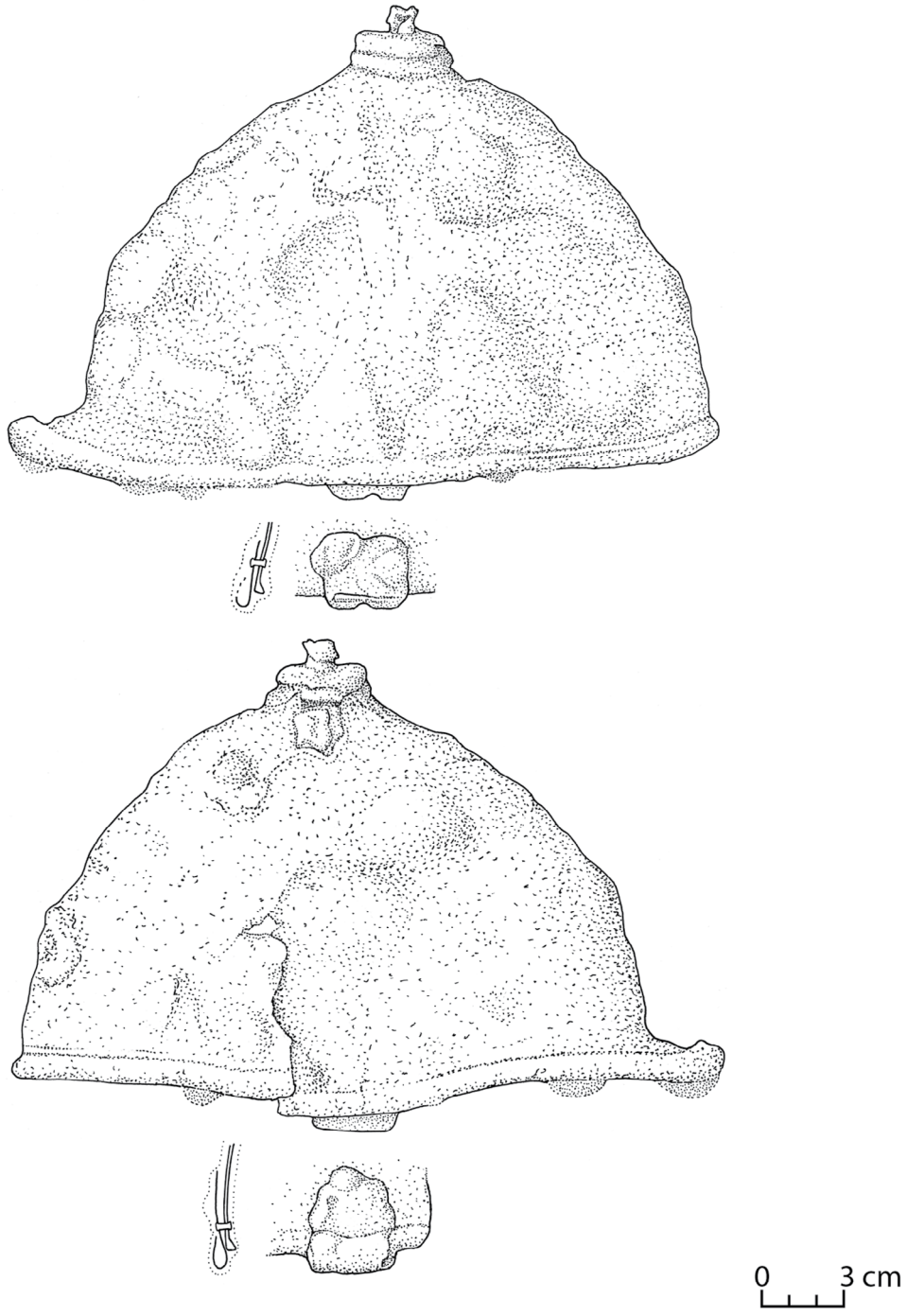
social y simbólico de las armas en la Cultura ibérica (siglos VI-I a. de C.), Monographies Instrumentum 3, Montagnac.

QUESADA, F. (1997b): "Montefortino-type and related helmets in the Iberian Peninsula: a study in archaeological context", *L'équipement militaire et l'armement de la république (IV-Ier s. avant J.-C.)* (Feugère, M. ed.), 10th International Roman Military Equipment Conference (Montpellier 1996), Journal of Roman Military Equipment Studies 8, Oxford, pp. 151-166.

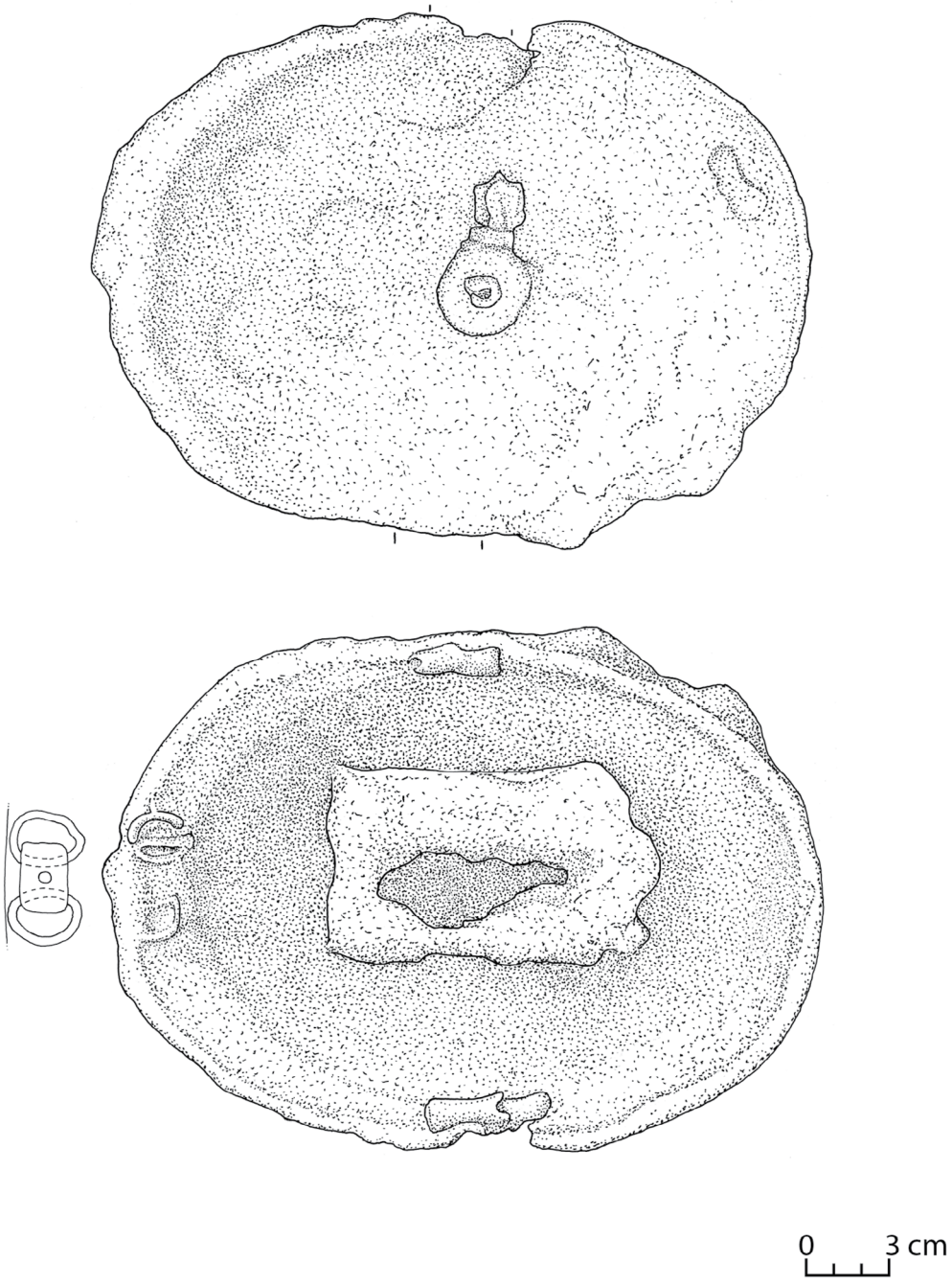
RODRÍGUEZ ARIZA, O. (2014): *La necrópolis ibérica de Túrugi (2000-2012)*, Jaén.

SCHAAFF, U. (1974): "Keltische Eisenhelme aus vorrömischer Zeit", *Jahrbuch RGZM* 21, pp. 147-197.

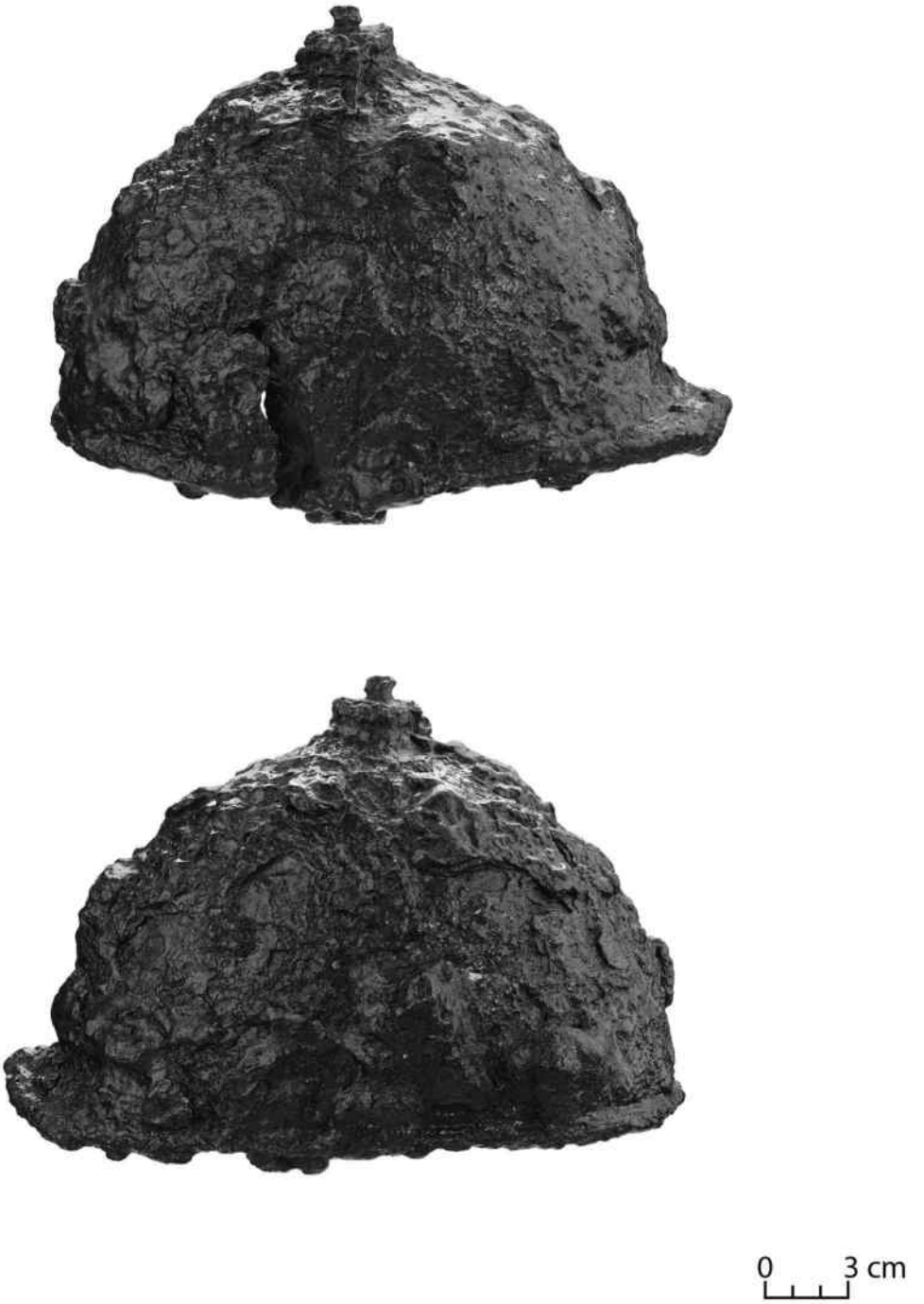
SCHAAFF, U. (1988): "Keltische Helme", *Antike Helme. Sammlung Lipperheide und andere Bestände des Antikenmuseums Berlin* (Bottini, A., Egg, M., von Hase, F.-W., Pflugg, H., Schaaff, U., Schauer, P. y Waurick, G. eds.) Monographien RGZM 14, Mainz, pp. 293-317.



Lám. I.—Vistas laterales del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. Dibujos M. Weber (RGZM).

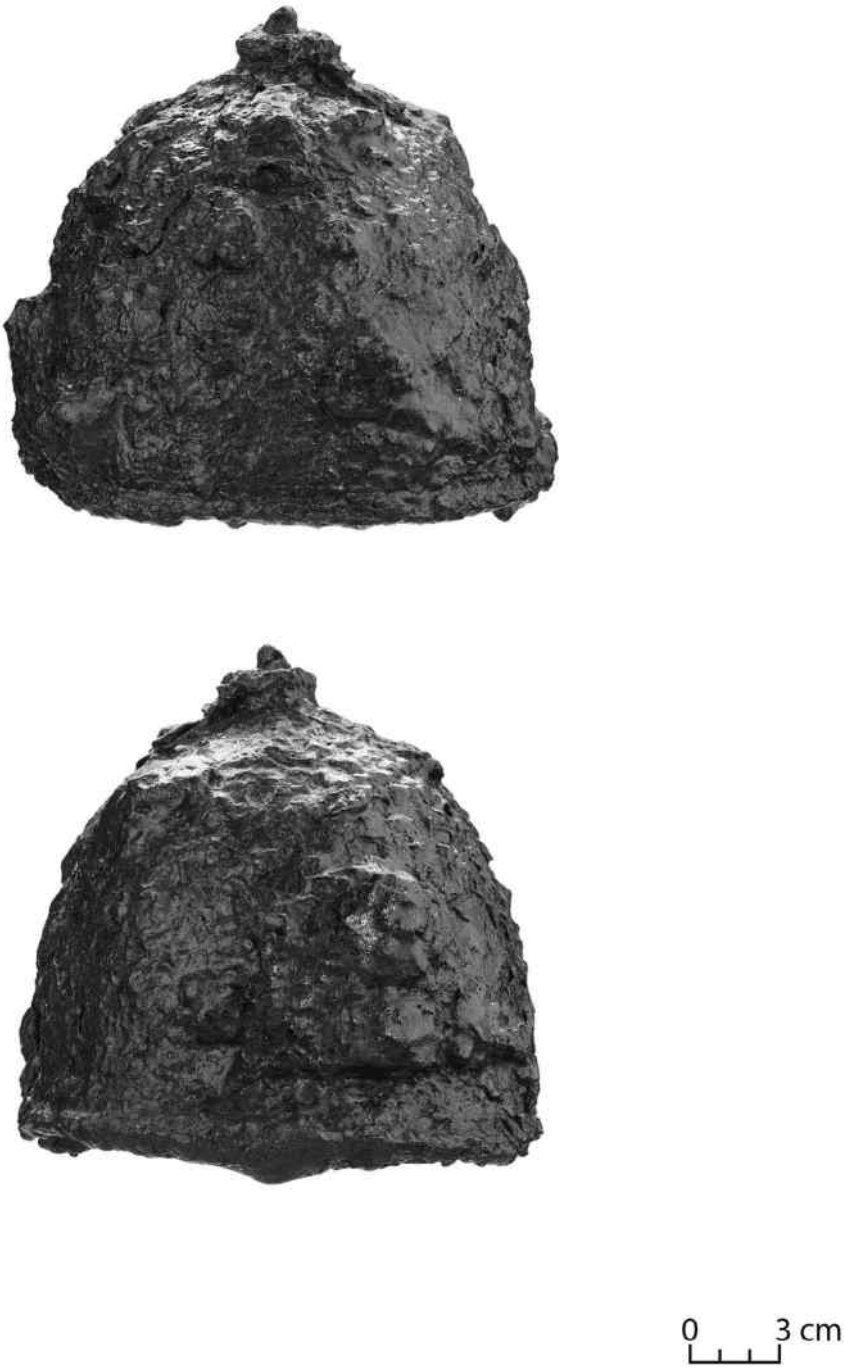


Lám. II.—Vistas cenital e interior del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. Dibujos M. Weber (RGZM).



Lám. III.—Vistas laterales del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. Fotografías V. Iserhardt (RGZM), PH_2016_03538-03539.

Lám. IV.—Vistas cenital e interior del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. Fotografías V. Iserhardt (RGZM), PH_2016_03540-03541.



Lám. V.—Vistas frontal y dorsal del casco del conjunto B del túmulo 27 de Galera. Fotografías V. Iserhardt (RGZM), PH_2016_03542-03543.

TITULI PICTI EN ÁNFORAS OLEARIAS BÉTICAS ALUSIVOS A LA *STATIO SEL* Y A LA *STATIO SEX*, HALLADOS EN EL MONTE TESTACCIO DE ROMA, Y SU CONTEXTO GEO-HISTÓRICO

Tituli Picti on Oil Amphorae from Baetica refered to *Statio Sel* and *Statio Sex* found in Monte Testaccio of Rome, and its Geo-Historical Context

FEDERICO MARTÍNEZ RODRÍGUEZ *, MANUEL MÁRQUEZ CRUZ * y CARLOS E. SAROMPAS CAZORLA *

RESUMEN Estudiamos un conjunto de *tituli picti* sobre ánforas del siglo III. Pertenecen al grupo que presenta el texto genérico de control estatal: *fisci rationis patrimoni provinciae Baeticae* seguido, en los casos que presentamos, de las palabras: *statio sel* o *statio sex*. Según nuestra opinión, estos rótulos no han sido identificados ni valorados adecuadamente. En relación a ello, proponemos que aluden a dos antiguas estaciones portuarias de dos poblaciones de la costa mediterránea: *Sel* (Salobreña, Granada) y *Sex* (*Sexs*/*Sexi*, Almuñécar, Granada). Para argumentar esta propuesta presentamos un análisis epigráfico-arqueológico de los rótulos, junto a datos sobre lo que debió ser su contexto geoeconómico en origen: el *ager* o territorio de *Iliberis* (Granada), en cuanto a la producción del aceite; alfares del entorno de *Sel* en donde se fabricaron ánforas Dressel 20 olearias para su transporte; y la probable ruta terrestre *Iliberis*-*Sel*/*Sex,* previa a su embarque con destino a Roma.

Palabras clave: *Tituli picti*, Ánforas, Aceite, Roma, Bética, *Statio Sel*, *Statio Sex*.

ABSTRACT We are studying a collection of *tituli picti* on amphorae from the 3rd century AD. They belong to the group which shows the generic state control text: *fisci rationis patrimoni provinciae Baeticae* followed by the words, in the examples we report: *statio sel* or *statio sex*. In our opinion, these signs have neither been identified nor valued properly. Regarding this, we suggest they refer two ancient Mediterranean coastal stations in two Mediterranean settlements: *Sel* (Salobreña, Granada) and *Sex* (*Sexs*/*Sexi*, Almuñécar,

* GEHIS (Grupo de Estudios Históricos) Costa de Granada. *federico.e.f@gmail.com, manmarqu@ucm.es, elpinico@gmail.com*

Fecha de recepción: 28-01-2017. Fecha de aceptación: 20-11-2017.

Granada). To argue this proposal, we set out an epigraphic-archeological analysis of these inscriptions and about its supposed original geoeconomic context: the *ager* or land in *Iliberis* (Granada), concernir its olive oil production; potter's workshops from *Sel*'s surroundings where these Dressel 20 amphorae were made for its transport and the probable land route *Iliberis*-*Sel*/*Sex*, prior to its shipping to Rome.

Key words: Painted Inscriptions, Amphorae, Olive Oil, Rome, Baetica, *Statio Sel*, *Statio Sex*.

INTRODUCCIÓN

Los estudios relacionados con la comercialización del aceite de oliva bético se iniciaron a finales del siglo XIX con las investigaciones pioneras e indispensables de H. Dressel (1899) en el monte Testaccio y en el Castro Pretorio de Roma (fig. 1). Sin embargo, después de más de un siglo seguimos teniendo un conocimiento desigual:

Fig. 1.—Monte Testaccio. Detalle de acumulación de ánforas olearias béticas Dressel 20. (Archaeological Institute of America).

buena información general de las ánforas Dressel 20, su epigrafía, sus hornos de producción y rutas de comercialización; frente a una insuficiente documentación de las propias villas productoras del aceite, con muchos datos de prospecciones y excavaciones de urgencia, pero escasos en cuanto a estudios sistemáticos (Peña, 2010:175).

Es evidente que el valle bajo-medio del Guadalquivir y el bajo Genil, que desemboca en aquél, reunieron unas condiciones especialmente favorables para el monocultivo del olivo y la producción excedentaria del aceite: cientos de miles de hectáreas potenciales, un clima adecuado, excelentes arcillas para la fabricación de ánforas para su transporte a través de una extensa y notable arteria fluvial y terrestre con numerosos puntos de control y embarque para la exportación (fig. 2). Hasta el momento, todos ellos se vinculan según los *tituli picti* a *Astigi*, *Hispalis* o *Corduba*, tres de las cuatro capitales conventuales de la Bética (Chic, 1988; Blázquez y Remesal, 2001, 2010; Remesal, 2013), quedando fuera de los mismos *Gades,* capital del *conventus* costero mediterráneo. Debido a ello podría pensarse que este último territorio permaneció ajeno a la gran red productora-exportadora de aceite de esta provincia romana, centrada en el valle del Guadalquivir. Sin embargo, es un hecho la presencia, en algunas casos numerosa, de villas productoras en comarcas que no

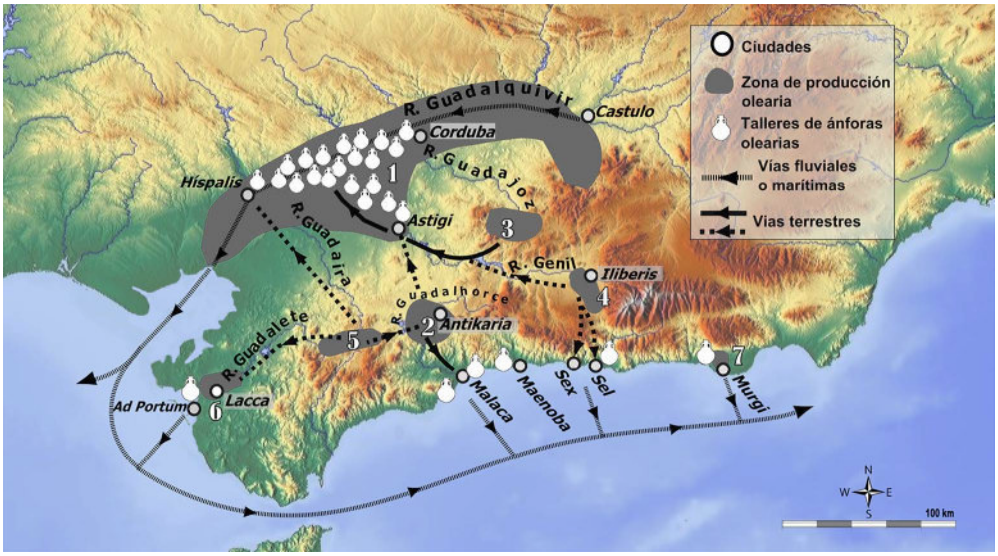


Fig. 2.—Geografía Olearia de la Bética: ciudades, talleres anfóricos, vías y áreas relacionadas con la producción y la exportación de aceite de oliva: 1, Valle de Guadalquivir-bajo Genil; 2, Vega de Antequera; 3, Subbético cordobés; 4, Vega de Granada; 5, Alto Guadalete-depresión de Ronda; 6, Jerez-bajo Guadalete; 7, Campo de Dalías. Alfares productores de ánforas Dressel 20 olearias (elaboración propia a partir de la cartografía de Geoportal y datos arqueológicos de Blázquez y Remesal, 2010; Peña, 2010; Beltrán 2004; entre otros).

pertenecen al valle del Guadalquivir y cuya salida natural y más próxima se orienta hacia la costa bética. Si a esto unimos la existencia de distintos talleres costeros con producción de ánforas olearias Dressel 20 y 23 (Remesal, 1980) y la aparición de ciertos topónimos de ciudades de estas costas en algunos sellos y *tituli*, es lógico deducir que cierta parte del aceite excedentario se exportó desde sus puertos.

En relación a este contexto presentamos en este estudio seis *tituli* β que pertenecen al conocido grupo de la *ratio fisci*, de época severiana, hallados en el monte Testaccio de Roma. Estos rótulos que incluyen las palabras *stat* (*io*/*ionis*) *Sel* y *stat*(*tio/ionis*) *Sex* (*s*/*i*), a nuestro juicio, no han sido identificados, interpretados ni valorados en su contexto histórico-arqueológico. Según la bibliografía especializada, ningún investigador los ha relacionado claramente con las poblaciones de Salobreña y Almuñécar, ubicadas en la actual costa de Granada y, menos aún, con los talleres ánfóricos conocidos de su entorno, ni con las villas productoras de aceite del *ager* de *Iliberis* (Granada). Por último, destacamos que los *tituli* relativos a *Sel* pueden ser interpretados como la primera confirmación epigráfica de la *Sel* de Plinio (NH III, 3, 8), actual Salobreña.

LOS *TITULI PICTI* ALUSIVOS A LA *STATIO SEL* Y A LA *STATIO SEX*

Expondremos a continuación los seis *tituli* relativos a la *statio sel* y la *statio sex* conocidos hasta la fecha, todos ellos procedentes del monte Testaccio de Roma. Son datos e ilustraciones tomados del *corpus* CEIPAC (Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica de la Universidad de Barcelona, web: http://ceipac.ub.edu.) (Pérez González, 2014), a cuyo inventario nos referiremos a partir de ahora. En cualquier caso, hemos incluido algún matiz en las lecturas, en tanto que los comentarios que presentamos son nuestros, partiendo siempre de los incluidos en este *corpus*.

Titulus 1. CEIPAC: 22391 (fig. 3)

Ánfora: Dressel 20. Datación: 218 d.C.

Lectura en β:
L1: [fiscirat]ionis patri
L2: (moni) / [provinciae baeticae] stat(io) sel(- - -)

Lectura en δ:
L1: [- -] Augg(ustorum) b [- - - - - - - -?] /
L2: [- - - - -] [- - - - -] /
L3: Imp(eratore) Opellio Macrino II et Advento[cos]

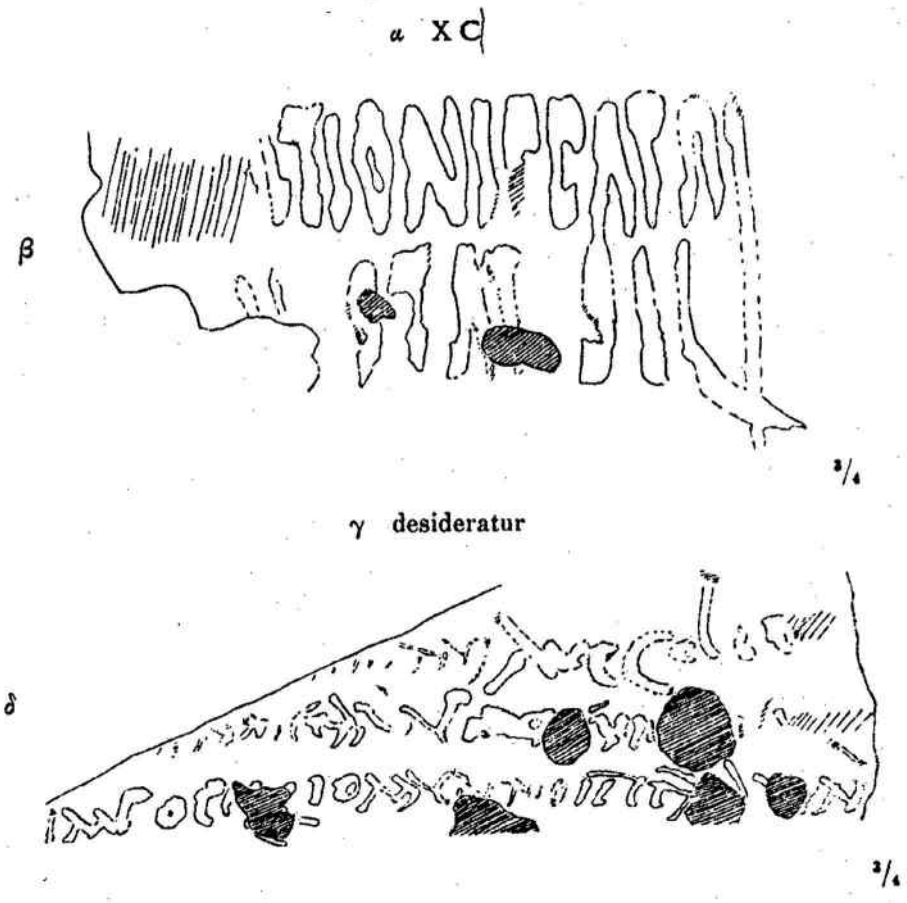


Fig. 3.—CEIPAC: 22391

Comentario:
En β leemos “Sel” en lugar de “Sil”, tal y como se propone en CEIPAC. Mientras que el trazo de las dos “i” de la línea 1 es similar, el de la “i” de la línea 2 difiere, mostrándose menos curvo. Coincidimos con la lectura de Rodríguez Almeida, que lee “Sel” y no “Sil”. La forma *statio*, también pudiera ser *stationis* (en genitivo). En δ, aparte de las dos primeras, líneas de lectura incierta, aparece clara mención al año consular 218 en el que fue cónsul Marcus Oclatinus Adventus bajo el mandato del emperador Marcus Opellius Macrinus

Titulus 2. CEIPAC: 22392 (fig. 4)

Ánfora: Dressel 20. Datación: 214 - 220 d.C.

Lectura en β:
L1: [fisci rationis pat]rimoni) /
L2: [provinciae baeticae]ae s<t>at(io) sel (---)

Lectura en δ:
L1: [- - - - -] Iuniani p(- - -) CCXXX[- -] /
L2: [- - - - -]

Comentario:
En β La lectura de L1 *patrimoni* permite añadir este fragmento a los pertenecientes al grupo *fisci rationis patrimoni*, luego, su datación tiene que ser posterior al 214. Si atendemos a razones de grafía, podría encontrarse en un estadio intermedio entre la inscripción de la ficha 22391 y la de 30330, proponiendo, por tanto, un a marco temporal que oscile entre el 218-220 d.C. La forma *statio*, también pudiera ser *stationis* (en genitivo). En δ Interpretamos *Iunianip*(*ondo*) como el nombre del funcionario que realiza la comprobación del pesado del aceite.

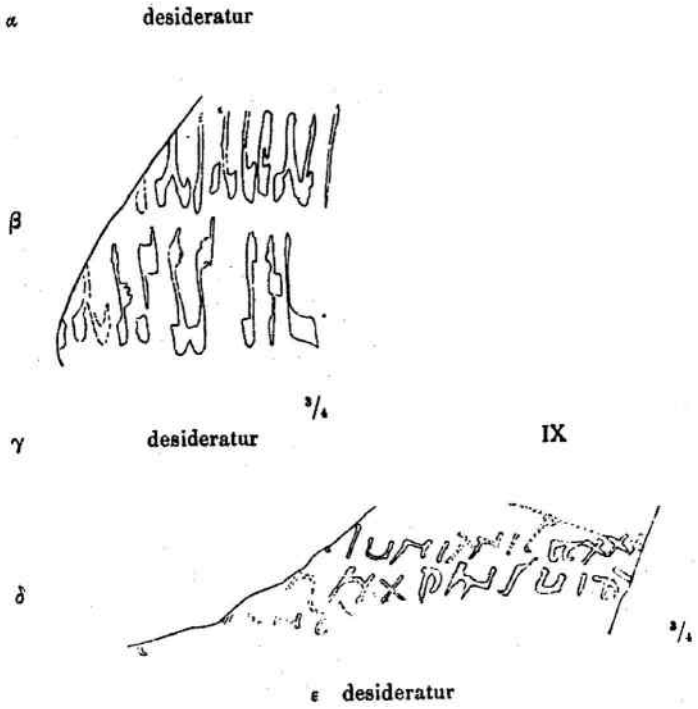


Fig. 4.—CEIPAC: 22392

Titulus 3. CEIPAC: 30330 (fig. 5)

Ánfora: Dressel 20. Datación: 220 - 224 d.C.

Lectura en β:
L1: [fisci rationis patrimoni] /
L1: [provinciae baeticae statio] sel(---)

Comentario:
Grafía similar a la de la inscripción de la ficha 30331.

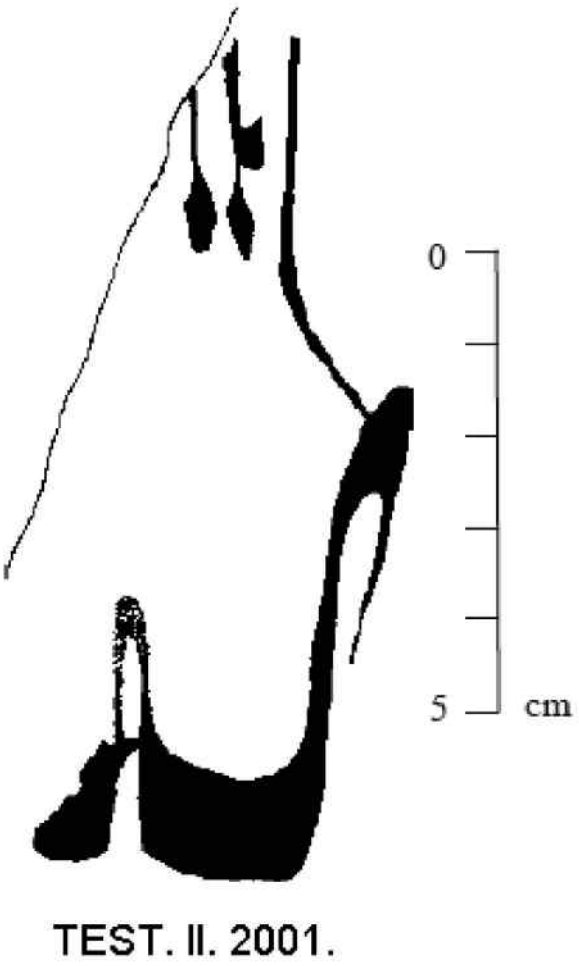


Fig. 5.—CEIPAC: 30330

Titulus 4. CEIPAC: 30331 (fig. 6)

Ánfora: Dressel 20.

Datación: 220 - 224 d.C.

Lectura en β:

L1: [fisci rationi]s patrimoni/
L2: [provinciae baeticae s]tat(io) sel(---)

Comentario:
La forma *statio*, también pudiera ser *stationis* (en genitivo).

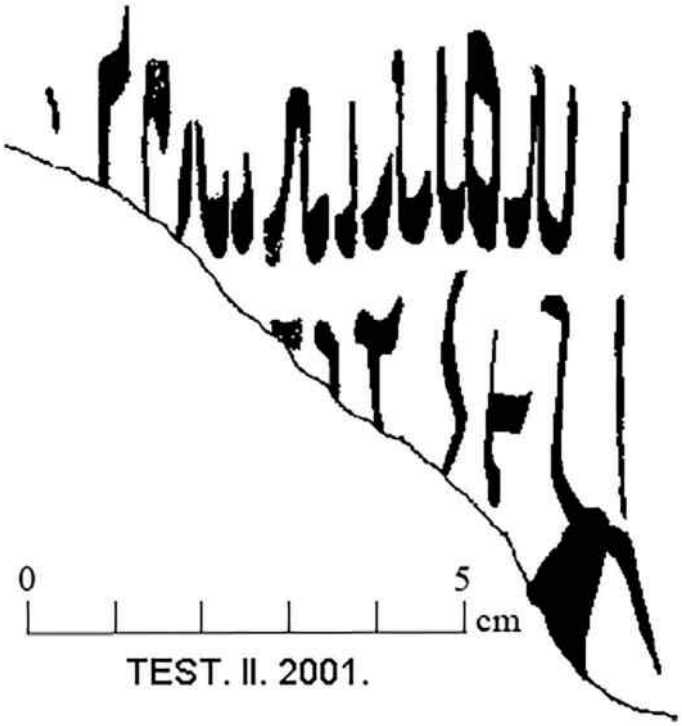


Fig. 6.—CEIPAC: 30331

Titulus 5. CEIPAC: 24162 (fig. 7)

Ánfora: Dressel 20. Datación: 220 - 224 d.C.

Lectura en β:
L1: [fisci rationis patrimoni] /
L1: [provinciae baeticae] stat(io) sel(---)

Comentario:
Las letras anteriores a stat resultan de complicada lectura. Con respecto al final, se lee claramente SE, pudiendo ser la última letra L o X (*Sel* o *Sex*). La forma *statio*, también pudiera ser *stationis* (en genitivo).

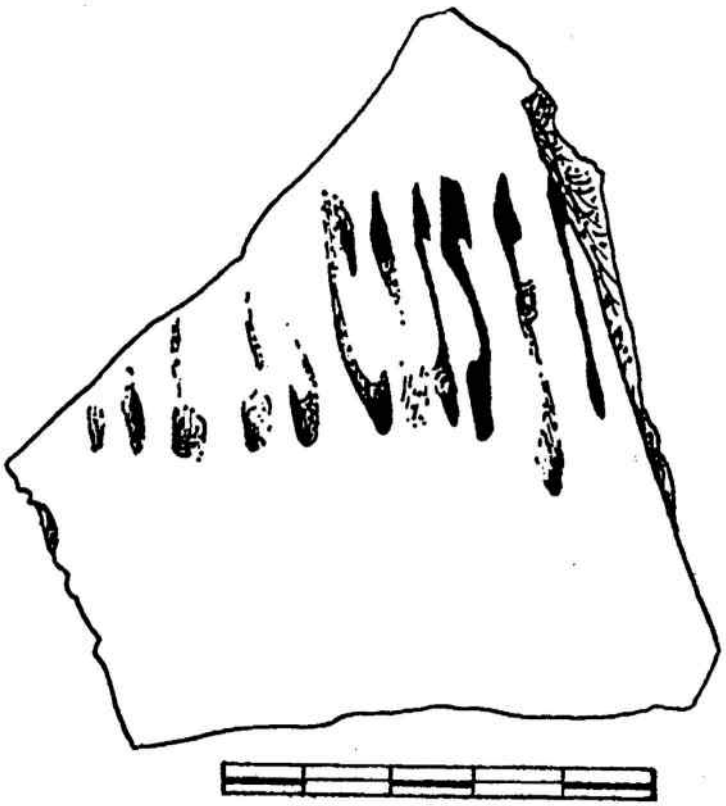


Fig. 7.—CEIPAC: 24162

Titulus 6. CEIPAC: 30332 (fig. 8)

Ánfora: Dressel 20. Datación: 220 - 224 d.C.

Lectura en β:
L1: [fisc]i rat(ionis) patrimoni/
L2:[pro]v(inciae) baet(icae) stat(io) sex. (---)

Comentario:
En L2, abreviatura de *baeticae* (baet). La forma *statio*, también pudiera ser *stationis* (en genitivo). La limpieza de la escritura permite una lectura clara.

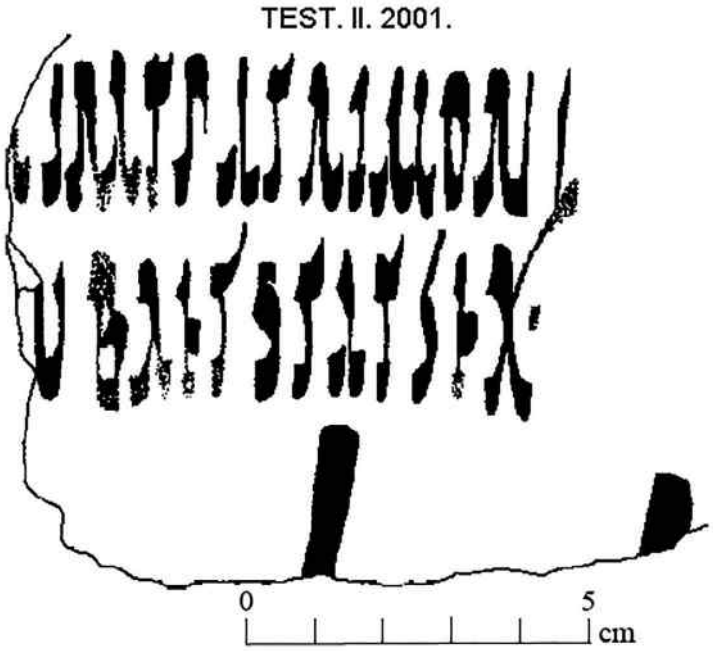


Fig. 8.—CEIPAC: 30332.

LOS *TITULI PICTI* Y SU INTERPRETACIÓN

Los rótulos pintados de las ánforas olerías béticas suelen presentar cuatro *tituli*, a modo de etiquetas, repartidos entre el cuello, hombros y panza de las ánforas, que ya H. Dressel (1899) clasificó con las letras griegas α, β, γ y δ (fig. 9). Como sabemos, el *titulus* α indica la tara o peso del ánfora vacía; el β, que el que ahora nos interesa, incluye normalmente el nombre del personaje (*tria nomina*), personajes o

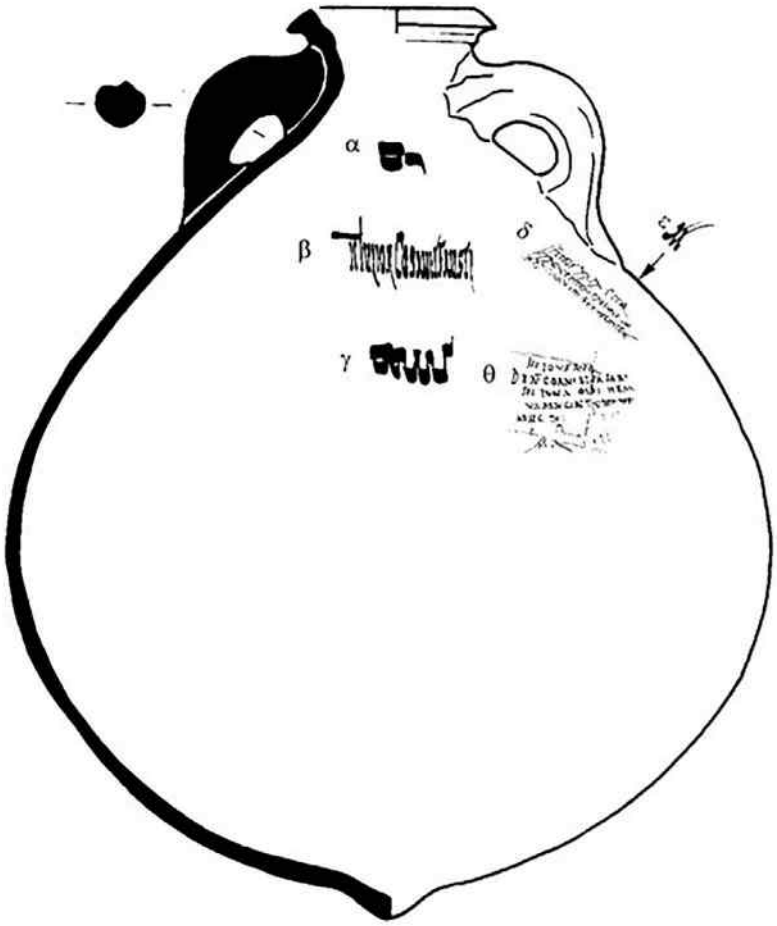


Fig. 9.—Representación ideal de un ánfora olearia de época severiana con los *tituli picti* habituales (Aguilera, 2012).

societas encargados del transporte, *diffusores*, *mercatores* y *negotiatores olearii* que suelen hallarse también en las ánforas de salazones, y que coinciden con bastantes de los hallados en la epigrafía lapidaria. El *titulus* γ indica el peso neto del ánfora; en tanto que el δ suele incluir una serie de datos sobre el control fiscal y aduanero (Rodríguez Almeida, 1989:26-30; Blázquez y Remesal, 2010:41 ss.).

Con el reinado de Septimio Severo aparece en β el nombre del propio emperador y sus hijos que sustituyen a los transportistas privados (Rodríguez Almeida, 1989:22). A partir del año 214 desaparece el nombre del emperador por el texto genérico: *fisci rationis patrimoni provinciae Baeticae,*" (Aceite) sujeto a la regulación fiscal del patrimonio imperial de la provincia Bética",que constituyen el grupo al que pertenecen los *tituli* que aquí presentamos. Se trata de un conjunto homogéneo, que

evidencia un estricto control estatal sobre la exportación olearia. Cronológicamente, corresponden a los reinados de los emperadores Caracalla, Macrino, Heliogábalo y Severo Alejandro, con posibles perduraciones hasta mediados del siglo III. El conjunto fue estudiado monográficamente por Emilio Rodríguez Almeida (1989), aunque posteriormente han aparecido nuevos *tituli* en algunas campañas de excavaciones (Rodríguez-Almeida, 1994; Remesal y Aguilera, 2001.).

De los *tituli* de la *ratio fisci* conocidos hasta la actualidad hemos constatado ciertos ejemplares en los cuales se añade, al texto genérico antes citado, la palabra abreviada *stat*(*io/onis*) junto a otra palabra que interpretamos como el topónimo de la ciudad o puerto de control del envasado del aceite y rotulado de las ánforas. Concretamente, en la base de datos de CEIPAC, el texto *fisci rationis patrimoni* está constatado, por ahora, en 349 ejemplares hallados todos en el Testaccio. En la mayoría de ellos, 318, se especifica a continuación la provincia de procedencia: *provinciae baeticae*; en tanto que en solo 8 inscripciones se ha registrado en su lugar: *provinciae tarraconensis*, estos últimos atribuidos a un probable control fiscal ubicado en *Castulo* (Linares, Jaén), en el alto Guadalquivir (Rodríguez Almeida, 1989: 101); restando otros 23 rótulos en los que no aparece la provincia, por tratarse generalmente de textos fragmentarios o ilegibles. Dentro del grupo de los *tituli* pertenecientes a la provincia Bética, sólo en 10 casos, conocidos hasta ahora, se ha constatado la palabra *stat*(*io/onis*), seguida en cuatro de ellos de la palabra *sel* (22391, 22392, 30330 y 30331); en un caso seguido de la palabra *sex* (30332); en otro caso sobre el que existen dudas entre la lectura *sel* o *sex* (24162); y en cuatro ocasiones seguida de la palabra *Po* (24163, 30327, 30328 y 30329)

Centrándonos en los rótulos que incluyen *stat*(*io/onis*) s*el* o *stat*(*io/onis*) s*ex,* aparecieron en dos excavaciones separadas por casi un siglo: las realizadas por Dressel (1899) en las que se hallaron 2 *tituli*: CIL XV 4141 (=22391) y CIL XV 4142 (=22392); y las dirigidas por Blázquez y Remesal (2001). Procedentes de estas últimas nos parece de gran interés destacar que se halló un conjunto de 6 *tituli* pertenecientes a depósitos o niveles estratigráficos homogéneos (S-8, S-10, N-10 y N-11), datados contextualmente entre los años 220 y 224, del final del reinado del emperador Heliogábalo y comienzos del de Severo Alejandro. De ellos, en dos casos se especifica: *stat sel* (30330 y 30331); en un caso *stat sex* (30332); en tanto que en los otros 3 casos (30333, 30334 y 30335) solo aparece la palabra *stat*, por fragmentación de las piezas, aunque probablemente incluirían también la palabra *sel* o *sex*. Estos datos estratigráficos se nos antojan de gran interés de cara a las interpretaciones históricas que realizaremos más adelante.

En relación a estos *tituli* en los que se especifica la *statio*, los investigadores han mostrado una actitud aséptica o de extrañeza y duda de cara a su correcta lectura e interpretación, algo que perdura incluso en publicaciones recientes (Aguilera, 2012:138). Ya Dressel a fines del siglo XIX encontró varios rótulos de este tipo, que por estar incompletos y resultar excepcionales no pudo explicar debidamente. (Dressel, 1899:4141-4142). Un siglo después Rodríguez Almeida clasifica estos *tituli* como inscripciones anómalas de la *Ratio Fisci* que, siguiendo a Mommsen y, a nuestro juicio, forzando la lectura ve posible su interpretación como (*ca*)

str(*ensis*) *sel*(*ectum*): aceite selecto, que llegaría a los campamentos militares de Roma (Rodríguez Almeida, 1989: 104). Inmediatamente después, en las campañas de excavaciones del Testaccio de los años 1989-1991, este mismo investigador encuentra un conjunto de *tituli* "de la *Ratio*", arriba citado, en los que puede leerse *stat co* (o tal vez *po*), *stat sel* y *stat sex*. Respecto del primero, plantea la hipótesis de lectura: *stat*(*ionis,-ionum*) *co*(*hortis,-ortium*); en cuanto a los dos primeros *tituli*, que califica como "crípticos", declina proponer una lectura e interpretación hasta encontrar algún rótulo enteramente conservado y suficientemente claro (Rodríguez Almeida,1994:114-116).

Por otro lado, Remesal y Aguilera expresan claramente que en estos *tituli* la palabra *stat* hace referencia a la *statio* de origen o lugar en que fue envasado el aceite, que ellos estiman dependiente de la zona de control de *Corduba* (Remesal y Aguilera, 2001:199). En relación a ello, recordemos que estos investigadores consideran todos los topónimos registrados en los *tituli* delta del Testaccio proceden de los distritos fiscales de *Astigi*, *Hispalis* y *Corduba*; incluso los topónimos *Malaca*, *Lacca* y *Portus,* que nosotros interpretamos claramente como poblaciones de la costa bética,son explicados como "zonas" de las capitales conventuales antes citadas (Remesal, 2000:788-4789). A partir de estas interpretaciones y otras similares deducimos que dichos investigadores no consideran probada la exportación de aceite a Roma desde las costas de la Bética, limitándola exclusivamente al valle del Guadalquivir.

Por su parte, G. Chic, en cuanto a lo que el califica como "anómalas inscripciones", nos comenta que tal vez se refieran a las *stationes* fiscales de la zona de Cordoba (¿*cordubensis*?); aunque propone que en los casos de *Sel* y *Sex* podrían leerse como ¿*selambina* o *s(u)elitana*? y ¿*sexitana*? y referirse a puertos de la costa de Málaga y Granada; quedando, según este investigador, por explicar el porqué de la aparición de las mismas (Chic *et al.*, 2001:372).

Por nuestra parte, siguiendo esta última interpretación, pero despejando las interrogaciones, proponemos que las *stationes Sel* y *Sex* (*s/i*) deben interpretarse como oficinas para el control de la exportación olearia de las dos únicas poblaciones citadas con estos topónimos por las fuentes escritas, que pertenecen a la actual costa de Granada; recordando que no se conocen topónimos idénticos en otros lugares de la Bética. Otra cuestión es la similitud del topónimo *Sel* con el de *Suel* (Castillo de Fuengirola, Málaga), cuya confusión, por parte de los *vicarii*, *villici* y *actores fisci*, nunca debería existir, y menos en unos *tituli* de carácter imperial. Además, como veremos a continuación, nuestras propuestas encajan bien dentro del contexto arqueológico y geoeconónico conocido del área granadina. Es cierto que, en principio, puede resultar extraña la alusión a las mencionadas estaciones portuarias de *Sel* y *Sex* en unos *tituli* β en los que siempre había figurado el nombre de los personajes encargados de la comercialización del producto. Sin embargo, también es cierto que a partir de época de Caracalla se produce la confirmación del control imperial absoluto de la exportación de aceite a Roma, iniciado con Septimio Severo y sus hijos, cuyos detalles, como la especificación en ciertos casos de la *statio* de control, todavía no conocemos adecuadamente. Lo cierto es que, por

ahora, ninguno de ellos alude claramente a topónimos conocidos del Guadalquivir, pero sí de la costa bética: *Sel*, *Sex* y *Po* (posiblemente *Portuensis,* en la costa de Cádiz, pues la anteriormente citada lectura *Co* es dudosa). Por otro lado, recordar que muchos *tituli* δ también de época severiana aparecen encabezados por *R*/ *Astigi*, *R*/ *Corduba* o *R*/ *Hispalis* como capitales conventuales de las que dependía el control de la exportación. Curiosamente, nunca aparece *R*/ *Gades, conventus* al que pertenecen aquellas *stationes* mencionadas de la costa bética. Por ello, proponemos que la especificación del topónimo de la *statio* en β sea una característica, aún poco conocida, de las ánforas fiscalizadas desde puertos de la costa bética*,* tuvieran estas o no en δ la *R*/(*ecensitum*) seguida por el topónimo de alguna de las capitales del Guadalquivir antes mencionadas. Es un aspecto que, por el momento, no puede probarse debido a la fragmentación de las ánforas y del conocimiento bastante incompleto que todavía tenemos del Testaccio, aunque no sería de extrañar que en futuras campañas de excavaciones apareciesen otros *tituli* β de la "*ratio fisci*" alusivos a las siguientes probables *stationes*: *Lacca*, *Malaca*, *Maenoba* o *Murgi,* correspondientes a ciudades de la costa bética, junto a las que se han hallado hornos cerámicos de talleres productores de ánforas Dressel 20.

SEXS, SEL Y LA EXPORTACIÓN DE SALAZONES, VINO Y ACEITE

A día de hoy podemos afirmar que durante el Imperio Romano el poblamiento de la actual costa de Granada se caracterizó por la existencia de una ciudad: *Sex* (*s/i*), de origen fenicio, situada en un promontorio costero entre las desembocaduras de los ríos Verde y Seco, con dos puertos naturales y evidencias de estructuras portuarias artificiales, junto a la importante factoría de salazones de El Majuelo (Sánchez, 2013b), y una serie de villas próximas (Sánchez, 2011). Al este, nos encontramos con otra unidad geográfica: la desembocadura del río Guadalfeo con dos núcleos menores de población en ambos extremos: *Sel* (Salobreña) y *Paterna* (Torrenueva). En cuanto a *Sel*, estaba ubicada también en el entorno de un promontorio costero con dos puertos naturales. En el de poniente, se ha propuesto la ubicación en la zona de El Portichuelo de una posible instalación portuaria de época púnica (Arteaga *et al*., 1992:57-58); en tanto que en el de levante se han destacado las buenas condiciones paleogeográficas y otros indicios portuarios de época romana (Bernal, 1998:51). *Sel* contó también con una red de villas y alfares para la fabricación de ánforas de salazones, vino y, en menor grado, de aceite. En cuanto a *Paterna*, también se asentó en un promontorio costero: El Maraute, junto a la Cañada de Vargas, con restos romanos correspondientes a alfares, una cisterna, alguna pileta seguramente para salazones, numerosos restos anfóricos para su transporte y tumbas de inhumación tardoantiguas. Más al este, se encuentran los llanos y sierra de Carchuna y karst de Calahonda, zona mucho más despoblada, con algún alfar más, algún embarcadero y pequeños núcleos metalúrgicos (Bernal, 1998; Pérez-Hens, 2010; Sánchez, 2011; García-Consuegra y Pérez-Hens, 2014; Martínez *et al.*, 2015).

En la actual costa de Granada, como en toda el litoral bético, la producción de salazones y salsas de pescado constituyó la principal y tradicional actividad

económica. Así se documenta desde la época de la antigua *Sks* fenicio-púnica, algo que se incrementaría en los tiempos de la *Sexs*/*Sexi* romana republicana e imperial; hasta el punto de convertirse en una verdadera ciudad-factoría cuyas piletas debieron ocupar buena parte de su núcleo y entorno urbano, cuyos salazones y salsas de pescado llegaron a casi todas las costas del Imperio. Curiosamente, y a pesar de la pujanza de este negocio, no se ha encontrado hasta el presente ninguna *figlina* dedicada a la fabricación de ánforas, en las inmediaciones de Almuñécar; pero sí en los alrededores de la vecina Salobreña*,* cuyos alfares fabricaron miles de envases para proveer su ingente demanda. En relación a ello, recientemente, se ha valorado esta zona como "trastienda del negocio sexitano" (García-Consuegra y Pérez Hens, 2014), suministradora de dos productos imprescindibles para la exportación de salazones: ánforas especializadas y sal posiblemente producida en las salinas de *Trafalcaçis* (Torrenueva), constatadas en época medieval, que debieron tener un origen romano (Ruiz y Serrano, 2009).

A la floreciente exportación de salazones y salsas de pescado se sumó la producción de vino para su comercialización, probablemente a partir del siglo I-II, y especialmente durante el siglo III y comienzos del IV, según la cronología de los envases hallados en los alfares del entorno de Salobreña. Recordar, además, que algunas de sus instalaciones de producción y almacenamiento fueron excavadas en la villa de la Loma de Ceres (Molvízar), a tan solo 5 km. al norte de Salobreña (Marín, 1988). También se han constatado ánforas vinarias en talleres anfóricos como Los Matagallares (Salobreña), Los Barreros (Salobreña) o Cortijo Chacón (Salobreña) (Bernal, 1998), aún más próximos de la antigua *Sel*, población que funcionaría, junto con *Sexs*, como puerto de embarque. La exportación de vino debió alcanzar un volumen importante en la economía de la costa de Granada. Por ejemplo, en el alfar de Los Matagallares, las ánforas vinarias constituyen el 36% de la producción anfórica. Entre ellas destacan las Gauloise 4, las Dressel 30, y dos tipos concretos: Matagallares I y II, derivadas de la Gauloise 4, propias de este taller. Concretamente, ánforas del tipo Matagallares I han sido documentadas en las ciudades galas de *Lugdunum* (Lyon) y *Vienna Allobrogum* (Vienne), así como en *Bracara Augusta* (Braga), costa norte de Lusitania (Bernal *et al*., 2004:503); lo cual apunta a la exportación de vino desde las costas de Granada por dos rutas distintas: la mediterránea y la atlántica.

A esta infraestructura para la exportación de salazones y de vino, activa desde siglos atrás, se incorporó el aceite, al menos durante el siglo III. A partir de estos momentos, los alfares del entorno de Salobreña también fabricaron ciertos lotes de ánforas para comercializar aceite desde los mismos puertos que seguían exportando salazones y vino: *Sexi* y *Sel*. Centrándonos ya en estas ánforas olearias, Darío Bernal y sus colaboradores recopilaron por primera vez los ejemplares aparecidos en la comarca, panorama que no ha cambiado desde hace veinte años:

> *Figlina* de Los Matagallares (Salobreña), ubicada a 3 km. al noroeste de Salobreña. En este yacimiento se excavaron parcialmente, tres hornos (de cinco probables), dos vertederos y varias estancias de unos almacenes. Se contabilizaron

583 fragmentos de ánforas clasificables, la inmensa mayoría salsarias y vinarias y solo cinco ejemplares (1,24%) de ánforas olearias Dressel 20 evolucionadas (fig. 10), bien fechados estratigráficamente entre mediados y fines del siglo III, tratándose de unas producciones tardías que se mantendrían residualmente en la costa de Granada (Bernal, 1998:295-298).

Figlina de Los Barreros (Salobreña), alfar o conjunto de alfares que estaban ubicados a tan solo 800 m. al norte del actual núcleo urbano, hoy destruido, de los que pudieron recuperarse en superficie un total de 26 fragmentos de ánforas asignadas, sobre todo, entre el siglo III y principios del V. Entre nueve tipos de envases se identificó un asa que perteneció a un ánfora olearia Dressel 20 ó 23 (Bernal, 1998:79).

Figlina de La Loma de Ceres (Molvízar), ubicada a poco más de 4 km. al noroeste de Salobreña, asociada a una villa con una cronología asignada a los siglos I-IV, aunque la mayoría de los hallazgos pueden centrarse entre los siglos II y mediados del III. Aquí se excavaron estructuras de la *pars rustica* relacionadas con la fabricación de vino y, posiblemente, aceite; restos de un vertedero cerámico y de una pileta para la decantación de arcilla de un probable alfar asociado a la villa. Entre las 333 ánforas identificadas, la mayor parte son de salazones y vino, salvo un ejemplar de borde engrosado característico perteneciente a una Dressel 20, dato escueto pero suficiente para constatar su producción (Bernal, 1998:89).

Para D. Bernal (1998: 96), todos estos hallazgos constatan, por primera vez, en el entorno de Salobreña tanto la producción como la comercialización de aceite desde la costa de Granada. Sin embargo, por nuestra parte, pensamos que sólo quedaría probado el segundo aspecto, pero no así el primero; ya que la costa no es zona apropiada para el cultivo extensivo del olivo, en tanto que sí lo son las comarcas ubicadas inmediatamente al interior: caso del Valle de Lecrín y, en especial, la Vega de Granada. Tampoco debemos descartar otras zonas tradicionalmente aceiteras y más próximas a la costa, poco investigadas, como el valle medio-alto del Guadalfeo en torno a Órgiva, en donde se han documentado varia almazaras medievales, alguna de las cuales puede remontar a época romana (Salvador, 1989); y la zona de Los Guájares, como mayor productora actual de aceite de toda la costa-interior de Granada, aunque sin datos arqueológicos al respecto.

ILIBERIS Y LA PRODUCCIÓN OLEARIA DE SU TERRITORIO

Las fuentes escritas conocidas y los datos arqueológicos, cada vez más abundantes en las últimas décadas, apuntan claramente a que el auge de *Florentia Iliberritana*, la Granada romana imperial, se debió en gran medida a la pujanza de la

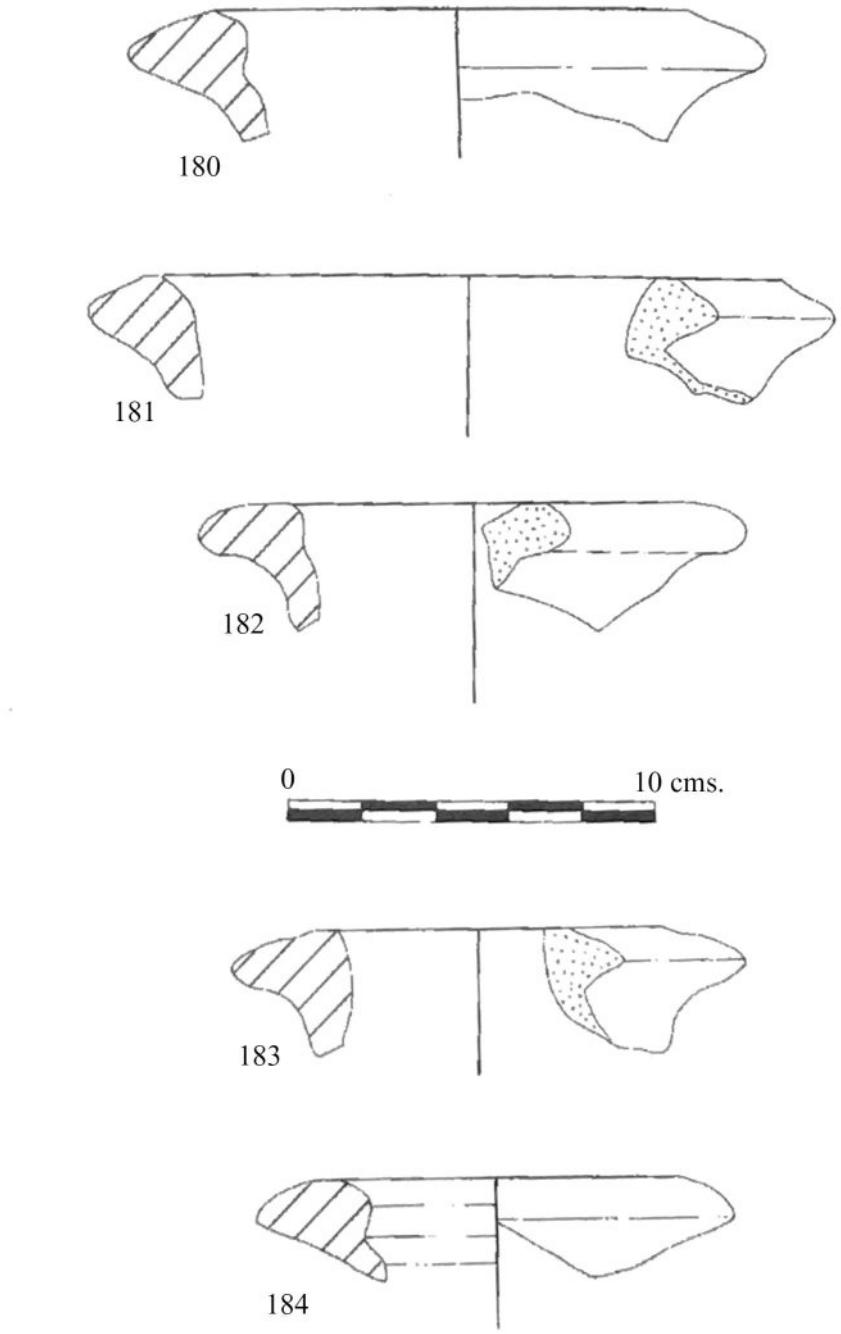


Fig. 10.—Ánforas olearias Dressel 20 evolucionadas procedentes de las excavaciones arqueológicas en el alfar de Los Matagallares (Salobreña) (Bernal, 1998:fig. 115).

producción agrícola de su *ager*, en especial del aceite (Orfila y Sánchez, 2011:114. Sánchez, 2013a:57). En este contexto, como en otras zonas de la Bética, la riqueza alcanzada por los propietarios del oro verde derivó en la promoción social de determinadas familias iliberritanas y en el auge de su ciudad, especialmente durante los siglos II y III. A partir de la epigrafía lapidaria, debemos destacar la presencia de los *Cornelii*, los *Papirii* y, en especial los *Valerii Vegetii*. Se estima que estos últimos tuvieron grandes propiedades en la Vega de Granada y debieron enriquecerse, en buena medida, gracias al negocio del aceite de oliva; algunos de sus miembros llegaron a ocupar cargos importantes incluso el consulado en la propia Roma. También debemos recordar, la existencia del *Kakendarium Vegetianum*, institución de tipo prestamista, con una procuratela específica para su administración, que debió jugar un importante papel en la capitalización del sector oleario bético. En relación a ello, se conocen determinados sellos anfóricos de la segunda mitad del siglo II, como las iniciales *K*(*alendarium*) *V*(*egetianum*) asociados a *curatores* olearios de dicha institución, y nombres de algún comerciante como *L. Luni Vegeti*en algunos *tituli picti* de ánforas de aceite del Testaccio (Sáez y Lomas, 1981:62-63).

Por otro lado, recordamos que el *ager* de *Iliberis* se está definiendo en las últimas décadas como una importante área productora de aceite de oliva en época imperial romana, sumándose a otras áreas ya citadas, en principio secundarias. En relación a ello, destacamos los hallazgos de estructuras y elementos típicos de las almazaras romanas en siete villas próximas a *Iliberis*: Casería de Titos (Peligros), Cortijo del Canal (Albolote), Pago de la Cerraca (Armilla), Híjar (Gabia la Grande), Las Gabias (Gabia la Grande), Cerro de San Cristóbal (Ogíjares), El Laurel (La Zubia) y "Los Lavaderos" (Dúrcal), cuyos datos dispersos han sido valorados no hace muchos años (Orfila *et al.*, 2011-12; Maeso *et al.*, 2012). A ellas se ha sumado la villa de Los Mondragones dentro del actual núcleo urbano de Granada (Rodríguez-Aguilera *et al.*, 2013-14). En cuanto a la cronología de estas instalaciones olearias, se extienden a lo largo de toda la época imperial, aunque suelen centrarse, principalmente, entre fines del siglo II y el siglo IV. Uno de los principales problemas es que la mayoría de estas villas han sido excavadas en actuaciones arqueológicas de urgencia, por lo que disponemos de datos parciales. Debido a ello, no siempre es fácil determinar qué instalaciones o qué parte de la producción de aceite estaría orientada al consumo local y comarcal, y cuál a la exportación. En cualquier caso, parece evidente que debió existir una importante producción excedentaria, buena parte de la cual se destinaría al principal centro de consumo: Roma.

PROPUESTA DE UNA RUTA PARA LA EXPORTACIÓN DEL ACEITE ILIBERRITANO

Teniendo en cuenta los datos anteriormente expuestos, en especial: la presencia de *tituli picti* con registros de control *stat sel* y *stat sex,* la constatación de alfares con producción de ánforas olearias cercanos a las costas de Salobreña, la presencia de numerosas villas productoras de aceite en el *ager* de *Iliberis,* la existencia de un

camino antiguo vega-costa; sin olvidar la obligación legal de reservar parte de la producción de aceite para la *annona* y el hecho de que la propia costa nunca fue una zona apropiada para la producción excedentaria de aceite, se impone la propuesta de una nueva vía para la comercialización terrestre del aceite bético de la vega de Granada, al menos durante el siglo III: la ruta *Iliberis-Sel*/*Sexi*, unos 64 km. hasta enlazar con la arteria marítima principal del Mediterráneo.

Para exportar a Roma el aceite iliberritano es lógico que se enviase hacia las *stationes* portuarias más próximas: *Sexi* y *Sel*. Sin embargo, no podemos descartar otras vías terrestres más largas buscando puntos de embarque como *Maenoba* (Torre del Mar), *Malaca,* incluso *Astigi* (Écija), capital conventual. El aceite, como en otros puntos del interior, debió circular por tierra en *cullei* (pellejos), circunstancia que nos comenta Varrón para el caso de Italia (*De re rústica* II, 6, 5); bien en carros o en caballerizas, desde las villas productoras del interior hasta llegar a los puertos de *Sel* y *Sex*. Una vez recibido el aceite y las ánforas, fabricadas en sus inmediaciones, se realizaría el control oficial del llenado, rotulado y precintado de los envases en estas *stationes* portuarias, antes de su envío a Roma.

En relación a las rutas previas al embarque, debemos recordar que las vías *Iliberis-Sexi* o *Iliberis-Sel* no aparecen citadas en los itinerarios o textos antiguos, seguramente por tratarse de caminos secundarios. Sin embargo, el primero de ellos, por Venta del Fraile, Venta Marina, enlazando con el río Verde hasta la antigua *Sexi*, aunque con ciertos tramos muy abruptos y complicados al cruzar la sierra del Chaparral, ya fue propuesto desde los tiempos de Manuel de Góngora (1868:132). Esta ruta también ha sido defendida por otros autores posteriores, a pesar de la carencia de yacimientos y pruebas arqueológicas directas (Roldán, 1983:256; Marín, 1989:116; Fornell, 2001). Por su lado, J. M. Román (2005:33) señala esta ruta como la más rápida para la salida de los productos excedentarios de la vega de Granada hacia la costa. Más recientemente J. Mª. García-Consuegra y J. Mª Pérez (2014:96), proponen a *Sexi* y al bajo Guadalfeo como puntos de salida del aceite de la vega de Granada; en tanto que A. Fornell (2015:127-128), aproximándose a nuestra propuesta, considera la ruta citada como la salida más razonable para la comercialización del aceite de esta vega, argumentando que el *ager* de *Iliberis* llegaba hasta *Sexi*, que en su camino se han localizado diversos asentamientos agrícolas y que en la costa existieron alfares productores de ánforas de aceite.

En cuanto a la llamada "ruta del Guadalfeo", o vía natural Granada-Salobreña por el Valle de Lecrín buscando la desembocadura de este río, una variante de la ruta antes comentada, con el primer tramo de unos 17 km. en común, tampoco ha sido documentada claramente como vía o camino romano. Sin embargo, podemos constatar una serie de yacimientos de época imperial, entre Otura y Lecrín, que aparecen alineados indicando probablemente la proximidad del antiguo trazado del camino romano hacia *Sel*: Cruz del Correo (Otura), Los Cahíces (Padul), Cambrón 2 y 3 (Padul), Los Molinos-Las Viñas (Padul), Los Lavaderos (Dúrcal), Fuente 2 (Villamena), El Cerrete (Murchas), Feche (Mondújar), entre otros (fig. 11) (González *et al.*, 2004; Molina, 2005-2006). Todos estos asentamientos pertenecientes al *ager* de *Iliberis* debieron estar comunicados, lógicamente, con esta y también con

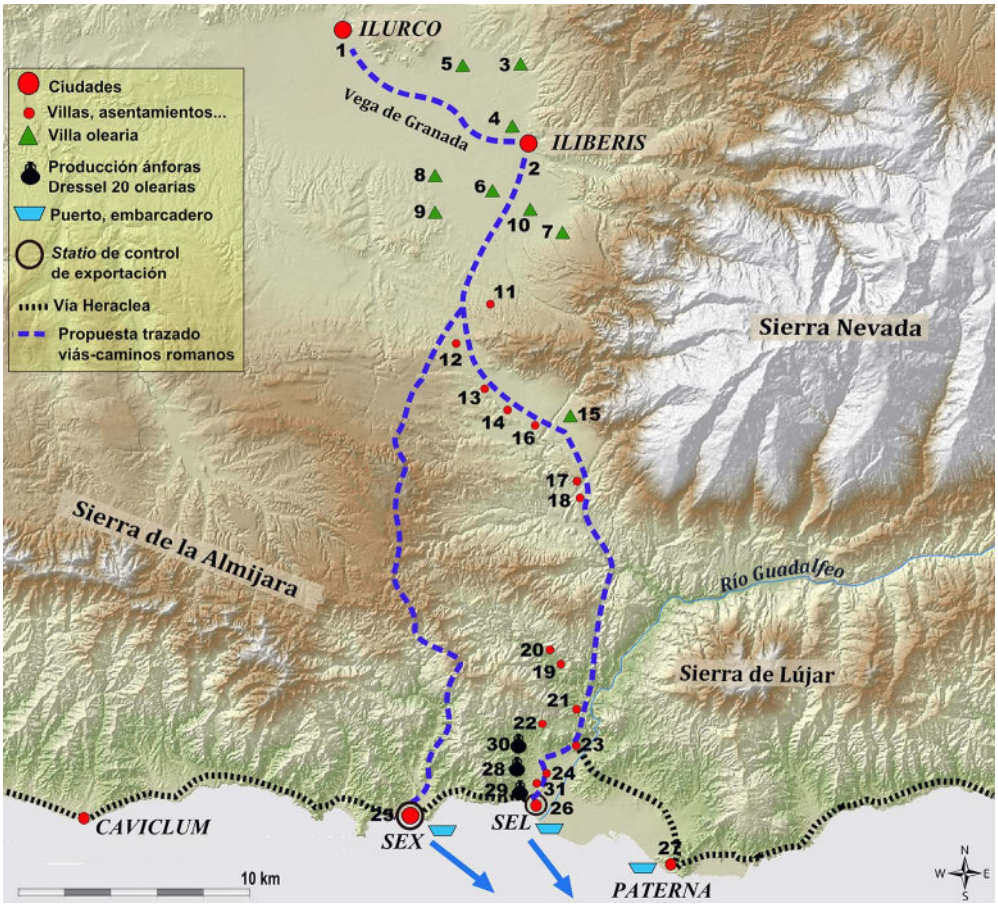


Fig. 11.—Ciudades, Villas, Alfares, *Stationes* portuarias y Vías terrestres relacionadas con la producción y exportación de aceite en el área granadina: 1, Illurco (Pinos Puente); 2, Iliberis; 3, Casería de Titos (Peligros); 4, Los Mondragones (Granada); 5, Cortijo del Canal (Albolote); 6, Pago de la Cerraca (Armilla); 7, El Laurel (La Zubia); 8, Híjar (Gabia la Grande); 9, Las Gabias (Gabia la Grande); 10, Cerro de San Cristóbal (Ogíjares); 11, Cruz del Correo (Otura); 12, Los Cahíces (Padul); 13, Cambrón 2 y 3 (Padul); 14, Los Molinos-Las Viñas (Padul); 15, Los Lavaderos (Dúrcal); 16, Fuente 2 (Villamena); 17, El Cerrete (Murchas); 18, Feche (Mondújar); 19, El Minchar (Guájares); 20, Los Cortijuelos (Guájares); 21, El Cañuelo (Guájares); 22, La Rijana (Molvízar); 23, El Vínculo (Salobreña); 24, La Taiba (Salobreña); 25, *Sexi* y sus villas; 26, *Sel*; 27, *Paterna* (Torrenueva, Motril); 28, Los Matagallares (Salobreña); 29, Los Barreros (Salobreña); 30, La Loma de Ceres (Molvízar); 31, Cortijo del Cura (Salobreña) (elaboración propia a partir de una base cartográfica de Geoportal).

la costa. En cuanto al tramo siguiente del camino antiguo entre el valle de Lecrín y la antigua *Sel*, existe un vacío de yacimientos romanos de unos 15 km. coincidentes con la cara oriental de la sierra de los Guájares, zona de poblamiento históricamente muy pobre, como también lo es en la actualidad. Inmediatamente después, se conocen algunos yacimientos romanos, todavía en el término municipal de Los Guájares, situados no lejos de la margen derecha del Guadalfeo: El Minchar, Los Cortijuelos (Cressier *et al*., 1987:157-158; Malpica, 1996:204); y El Cañuelo, posible alfar inédito a tan solo unos 3,5 km. al noroeste del yacimiento romano-medieval del Cerro del Vínculo (Salobreña), sobre margen derecha de la desembocadura del Guadalfeo. A unos 2,5 km. al suroeste de este último asentamiento debió encontrarse la villa de La Taiba, y algo más al sur la del Cortijo del Cura, ya tan solo 1,5 km. al noreste de la antigua *Sel*. Estos tres últimos asentamientos coincidirían con el tramo costero de la vía Hercúlea o Heraclea que, viniendo desde *Sexi*, bordeaba la zona occidental de la antigua desembocadura o paleodelta del Guadalfeo (Martínez *et al.*, 2015:107-108).

CONCLUSIONES Y PROBLEMÁTICA

Hemos presentado, pues, unos *tituli picti* poco conocido, ante los cuales los especialistas han mostrado dudas a la hora de su lectura e interpretación. Por ello, se suele valorar como un lote marginal que no ha sido explicado en la dirección que hemos expuesto anteriormente. Para nosotros, estos *tituli* resultan importantes, por cuanto pueden aportar nuevos datos y pistas para el conocimiento del contexto geoeconómico de la actual costa y vega de Granada en época severiana. Es cierto que su estado fragmentario dificulta la investigación, al no permitir la lectura completa de todos los elementos epigráficos de cada ánfora; lo cual impide el estudio comparativo de estos *tituli* β con sus sellos correspondientes, y con los *tituli* δ completos de las mismas ánforas, en los que suele especificarse el distrito y el lugar de procedencia del aceite. Otro inconveniente es que, por el momento, no disponemos de análisis de pastas. A pesar de ello, la propia lectura aséptica y sin prejuicios de estos *tituli*, el contexto estratigráfico de algunos de los hallazgos en los que aparecen mencionadas ambas estaciones en niveles estratigráficos coetáneos y la constatación de la producción de ánforas olearias en tres *figlinae* del entorno inmediato de *Sel*, con cronologías en las que pueden incluirse los *tituli* que presentamos son, a nuestro juicio, argumentos a tener en cuenta en relación a las interpretaciones históricas que hemos propuesto. Estaríamos, por un lado, ante la primera constatación epigráfica de la antigua *Sel* de Plinio; y por otro, lo que ahora más nos interesa, ante dos nuevas estaciones de control portuario para la exportación del aceite de oliva bético a Roma: *Sel* y *Sex*. Un aceite que seguramente sería producido principalmente en la vega oriental de Granada.

Nuestra propuesta la enmarcamos en un contexto histórico-arqueológico más amplio. En este sentido, recordemos que en las últimas décadas han aumentado los hallazgos en otras zonas productoras, en principio, secundarias como el Alto

Guadalquivir, Subbético cordobés, Jerez-bajo Guadalete, alto Guadalete-Depresión de Ronda, Vega de Antequera, Vega de Granada y Campo de Dalías (figura 2). De ellas, las dos primeras áreas citadas debieron estar vinculadas con la arteria principal del Guadalquivir-Genil, en tanto que las otras orientarían parte de su exportación hacia salidas naturales que las conectan con la costa bética. En relación a ello, se explica el hallazgo de diversos hornos cerámicos productores de ánforas olearias Dressel 20 y 23 ubicados en determinados puntos de dicha costa que pertenecen a actuales provincias de Cádiz, Málaga, Granada y Almería, precisamente en zonas menos propicias que las del interior para el cultivo extensivo del olivo. Además, no hay que olvidar que casi todos estos hornos han sido localizados en el entorno de ciudades costeras citadas en algunos *tituli picti* o sellos del Testaccio que funcionarían como *stationes* de control y embarque: *Lacca* (al sur de Arcos de la Frontera, en la desembocadura del Majaceite afluente del Guadalete, Cádiz), *Ad Portum* (El Portal, al sur de Jerez o Puerto Real) y *Malaca* (Chic, 1995:17; Padilla, 2008:355).

Se trata, pues, de una propuesta interpretativa concreta y otra global en la cual aquella se integra, con las que queremos sumarnos a la recientemente publicada por A. Fornell (2015). Por otro lado, recordemos que la exportación de aceite, como la de vino, no constituyeron aspectos aislados dentro de la economía de la costa bética, sino sectores que se integraron en la antigua red productora-exportadora de los salazones de pescado, que venía funcionando con éxito desde época púnica y republicana. En relación a ello, en las cercanas costas malagueñas se constata, epigráficamente, la existencia de personajes y familias de comerciantes y negociantes implicados paralelamente en la exportación de salazones y de aceite, cuyas ánforas suelen aparecer como cargamentos mixtos en bastantes pecios béticos del Mediterráneo (Corrales, 2011-12:434).

De cara al futuro, pensamos que sería necesario desarrollar una línea de investigación que estudie coordinadamente las distintas evidencias arqueológicas relacionadas con la producción y comercialización del aceite proveniente de aquellas comarcas citadas que no forman parte del valle del Guadalquivir: villas, alfares, epigrafía lapidaria y epigrafía anfórica con su correspondiente analítica de pastas. Todo ello nos proporcionaría un conocimiento más adecuado sobre la exportación del preciado oro líquido desde las costas de la Bética, que interpretamos como un entramado secundario y complementario, generalmente más tardío, en relación a la gran red productiva y exportadora nuclear del Valle del Guadalquivir.

No podemos concluir estas líneas sin agradecer a la profesora Margarita Orfila Pons el interés y apoyo mostrado por el presente trabajo; así como sus siempre sabias y oportunas observaciones.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, A. (2012): "La normalisation de l'épigraphie amphorique: les *tituli picti*des amphores Dressel 20. Inscriptions mineures: nouveautés et réflexions", *Actes du premier colloque Ductus (19-20 juin, 2008, Bern, Berlin, Bruxelles, Frankfurt, New York, Wien*. Université de Lausanne, pp. 135-143.

ARTEAGA, O., NAVAS, J., RAMOS, J. F. y ROOS, A. M. (1992): *Excavación de urgencia en El Peñón de Salobreña*. Salobreña.

BELTRÁN, M. (2004): "Alfares y hornos romanos en Andalucía. Historiografía de la investigación y claves de lectura", *Figlinae Baeticae: talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C.-VII d.C.),* British Archaeological Reports. International Series 1266:I, Oxford, pp. 9-38.

BERNAL, D. (1998): *Los Matagallares (Salobreña, Granada). Un centro romano de producción alfarera en el siglo III d.C.,* Alhulia, Salobreña.

BERNAL, D., LORENZO, L. y NAVAS, J. (2004): "La tipología de los hornos bélicos en el siglo III. Novedades del taller de los Matagallares (Salobreña, Granada)", *Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C.-VII d.C.)*, British Archaeological Reports. International Series 1266:2, pp. 489-506.

BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. M. y REMESAL RODRÍGUEZ, J. (2001): *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) II*, Collecció Instrumenta 10, Corpus international des timbres amphoriques 8, Barcelona.

BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. M. y REMESAL RODRÍGUEZ, J. (2010): *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) V*, Collecció Instrumenta 35, Corpus international des timbres amphoriques 8, Barcelona.

CHIC, G. (1988): *Epigrafía anfórica de la Bética II. Los rótulos pintados sobre ánforas olerias. Consideraciones sobre la Annona*, Monografías del Departamento de Historia Antigua de la Universidad de Sevilla.

CHIC, G. (1995): "Un factor importante en la economía de la época: el aceite", *Hispania Antiqua* 19*,* pp. 95-118.

CHIC, G., GARCÍA, E., ROMO, A. S. y TABALES, M. A. (2001): "Una nueva inscripción anonnaria de Sevilla: *M. Iulivs Hermesianvs, diffvsorolei ad annonamvrbis*", *Habis* 32, pp. 353-374.

CORRALES, P. (2011-12): "Aceite y salazones como base de la economía malacitana de época imperial", *De vino et oleo Hispaniae, An. Murcia* 27-28*,* pp. 431-440.

CRESSIER, P., MALPICA, A. y ROSELLÓ-BORDOY, G. (1987): "Análisis del poblamiento medieval de la costa de Granada: el yacimiento de El Castillejo y el valle del río de la Toba (Los Guájares), *II Congreso de Arqueología Medieval Española* II, Madrid, pp. 149-160.

GÓNGORA Y MARTÍNEZ, M. (1868): *Antigüedades prehistóricas de Andalucía. Monumentos, inscripciones, armas, utensilios y otros importantes objetos pertenecientes a los tiempos más remotos de su población*, Madrid.

DRESSEL, H. (1899): *Corpus Inscriptionum Latinarum. Vol. XV. Inscriptiones urbis Romae Latinae. Instrumentum domesticum*, Pars II, fasc. 1, Berlin.

FORNELL, A. (2001): "*Castulo-Iliberri-Sexi*: una vía romana entre el Alto Guadalquivir y la costa granadina", *Qalat* 2, pp. 99-106.

FORNELL MUÑOZ, A. (2015): "El aceite bético y su difusión por occidente a través de los autores clásicos y otras fuentes antiguas", *Europa Renascens. La cultura clásica en Andalucía y su proyección europea* (C. Macías, J. M.ª Maestre y J. F. Martos, eds.), Zaragoza, pp. 119-138.

GARCÍA-CONSUEGRA, J. M. y PÉREZ HENS, J. M. (2014): "De nuevo sobre El Maraute. La Cañada de Vargas (Torrenueva, Granada) y el estuario del Guadalfeo en época romana. La trastienda del negocio sexitano", *Arqueología y Territorio* 11, pp. 79-96.

GONZÁLEZ, C., CASTILLA, J. y GÓMEZ, I. (2004): "Prospección arqueología para el proyecto de ampliación de riegos en el municipio de El Valle, Granada", *Anuario Arqueológico de Andalucía*, tomo II, pp. 508-518.

MAESO, C., GUTIÉRREZ, M., MARTÍN, P., MORENO, S. y SÁNCHEZ, E. (2012): "La producción de aceite en la Vega de Granada", *Actas das Jornadas de Jovensem Investigaçao Arqueológica*, vol. II, Faro, pp. 321-323.

MALPICA, A. (1996): *Medio físico y poblamiento en el delta del Guadalfeo. Salobreña y su territorio en época medieval*, Granada.

MARÍN, N. (1988): *Molvízar en tiempos de los romanos. La Loma de Ceres*, Diputación Provincial de Granada, Granada.

MARÍN, N. (1989): "Introducción al estudio de las vías romanas de la provincia de Granada", *Vías romanas del Sureste* (González, A., coord.), Actas del Symposium celebrado en Murcia, 23 a 24 octubre de 1986, Universidad de Murcia, Murcia, pp. 113-119.

MARTÍNEZ, F., SAROMPAS, C. E., GARCÍA-CONSUEGRA, J. M. y MÁRQUEZ, M. (2015): *Salobreña. De sus orígenes a la Edad Media*, Ayuntamiento de Salobreña.

MOLINA, M. A. (2006-2007): *Revisión bibliográfica para el estudio del patrimonio histórico artístico en el Valle de Lecrín (Granada), siglos XIII a XVII*. http://www.academia.edu/7387566, recurso digital, última consulta: 10/07/2016.

ORFILA, M. y SÁNCHEZ, E. (2011): "Granada, la ciudad de los "Valerii Vegetii", *Itálica: revista de arqueología clásica de Andalucía* 1, Sevilla, pp. 105-120.

ORFILA, M., MAESO, C., SÁNCHEZ, E. y MORENO, S. (2011-12): "La ocupación rural de la Vega de Granada. Ville, aceite y vino", *Anales de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Murcia* 27-28, pp. 421-429.

PADILLA, A. (2008): "Aproximación a la ordenación territorial de la bahía de Cádiz durante el Imperio Romano tardío", *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 10, pp. 352-274.

PEÑA, Y. (2010): *Torcularia. La producción de vino y aceite en Hispania,* Documenta 14, Institut Català d'Arqueologia Classica, Tarragona.

PÉREZ GONZÁLEZ (2014): "La base de datos on-line del CEIPAC. Los *tituli picti*", *Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona. http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-190.htm, recurso electrónico, último acceso: 14/01/2017.

PÉREZ HENS, J. (2010): *Historia de Motril y de la Costa de Granada*, Diputación de Granada, Granada.

REMESAL, J. (1980): "Reflejos económicos y sociales en la producción de ánforas olearias béticas", *Producción y comercio del aceite en la antigüedad. Primer Congreso Internacional*, Madrid 1978, Madrid, pp. 131-153.

REMESAL, J. (2000): "*L. Marius Phoebus mercato rolei hispani ex provincia Baetica*. Consideraciones en torno a los términos *mercator*, *negociator* y *diffusorolearius ex Baetica"*, *Miscellania epigráfica in honore di Lidio Gasperini* (Paci, G., ed.), Roma, pp. 781-797.

REMESAL, J. (2013): "Aceite bético, alimento para Roma", *Andalucía. El olivar*, Grupo de Estudios Avanzados sobre Territorio y Medio Ambiente "Textura", Sevilla, pp. 37-56.

REMESAL, J. y AGUILERA, A. (2001): "Los *tituli picti*", *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) II* (Blázquez, J. M. y Remesal, J., eds.), Collecció Instrumenta 10, Corpus international des timbres amphoriques 8, Barcelone, pp. 45-204.

RODRÍGUEZ AGUILERA, Á., GARCÍA-CONSUEGRA, J. Mª., RODRÍGUEZ, J. y PÉREZ TOVAR, M. J. (2013-14): "La villa romana de Los Mondragones (Granada). Un nuevo yacimiento arqueológico en el entorno de Iliberis", *ROMVLA* 12-13, pp. 475-501.

RODRÍGUEZ ALMEIDA, E. (1989): *Los* tituli picti *de las ánforas olearias de la Bética*, Vol. I, Universidad Complutense, Madrid.

RODRÍGUEZ ALMEIDA, E. (1994): "Scavi sul monte Testaccio: Novità dai tituli picti", *Epigrafia della produzione e della distribuzione, Actes de la VIIe Rencontre francoitalienne sur l'épigraphie du monde romain, Rome, 5-6 Juin 1992*, Collection de l'École française de Rome 193, Roma, pp. 111-131.

ROLDÁN, J. M. (1983): "Antigüedad*", Historia de Granada* (Molina, F. y Roldán J. M.), Granada, pp. 133-363.

ROMÁN, J. M. (2005): *Contribución al estudio del poblamiento en la época clásica en la Vega de oriental de Granada. El yacimiento del cerro de la Mora (Moraleda de Zafayona, Granada)*, Tesis doctoral, Universidad de Granada.

RUIZ MONTES, P. y SERRANO ARNÁEZ, B. (2009): "La Cañada de Vargas (Torrenueva, Granada): un nuevo centro productor de ánforas en la Costa oriental de Andalucía", *Antiqvitas* 21, pp. 115-124.

SÁEZ, P. y LOMAS, F. J. (1981): "El kalendarium Vegetianum, la Annona y el comercio de

aceite", *Melanges de la Casa de Velázquez* 17, pp. 55-84.

SALVADOR, F. J. (1989): "La agricultura de regadío durante la antigüedad tardía en el sur de la Península Ibérica", *El agua en zonas áridas. Arqueología e historia. Hidráulica tradicional de la provincia de Almería, I* (Cara, L., coord.), pp. 405-418.

SÁNCHEZ, E. (2011): "En torno al *ager sexitanus*". *Florentia Iliberritana* 22, pp. 191-215.

SÁNCHEZ, E. (2013a): "Las actividades productivas en *Florentia Iliberritana*: ciudad y campo", *Revista del CEHGR* 25, pp. 49-57.

SÁNCHEZ, E. (2013b): "El puerto de *Sexi Firmum Iulium*. Evidencias de una estructura portuaria en las excavaciones realizadas en 1972 en el Majuelo (Almuñécar, Granada)", *Zephyrus* LXXII, pp. 139-151.

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA EN EL ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS: CONTENEDORES CERÁMICOS EN MÉXICO Y ANDALUCÍA DURANTE EL PERIODO VIRREINAL

Archaeometric Characterization in the Study of Productive Technologies: Ibero-American Shipping Containers in Mexico and Andalusia during the Viceregal Period

PATRICIA FOURNIER G.*, SAÚL ALBERTO GUERRERO RIVERO**, JOHN CARPENTER SLAVENS*** y SERGEY SEDOV****

RESUMEN En este artículo se presentan resultados arqueométricos parciales en el análisis de un conjunto de fragmentos de contenedores cerámicos recuperados en excavaciones arqueológicas en la Ciudad de México, cuya cronología corresponde al periodo virreinal. La finalidad de estos análisis es la identificación de aspectos de la producción y la tecnología en España y la relevancia de las llamadas botijas en Nueva España.

Palabras clave: Arqueometría, Análisis petrográficos, Tecnología, Envases cerámicos, Península Ibérica.

ABSTRACT In this paper we present archaeometric partial results of analysis of a set of sherds of Ibero-american shipping containers recovered in archaeological excavations in Mexico City, dating to the viceregal period. The goal of this analytical research is to identify aspects of production and technology in Spain and the relevance of the so called olive jars in New Spain.

Key words: Archaeometry, Petrographic analyses, technology, shipping containers, Iberian Peninsula.

* Profesora Investigadora del Posgrado en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, A.P. 86-098, Ciudad de México 14391. *patricia_fournier@inah.gob.mx*

** Doctorante del Posgrado en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, A.P. 86-098, Ciudad de México 14391. *saulalberto_guerrero@inah.gob.mx*

*** Profesor Investigador Centro INAH Sonora, Blvd. Hidalgo No. 71 entre Campodonico y Marsella. Col. Centenario Hermosillo, Sonora, C.P. 83260. *chichimecatl@hotmail.com*

**** Profesor Investigador del Instituto de Geología, Universidad Autónoma de México, Ciudad Universitaria, A.P. 04510 Ciudad de México. *serg_sedov@yahoo.com*

Fecha de recepción: 01-03-2017. Fecha de aceptación: 20-08-2017.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha puesto énfasis en los estudios de tecnologías productivas a nivel mundial bajo distintas herramientas metodológicas, enriqueciendo de manera sustancial el campo de la arqueología. En el caso de la arqueología histórica mexicana, los estudios cerámicos ya no se limitan a las secuencias y datación relativas de sitios y depósitos, sino que se enfocan a indicar las transformaciones, continuidades y cambios socioculturales en las comunidades españolas, indígenas y mestizas. En este caso, se ha recuperado un importante número de materiales cerámicos históricos correspondientes al periodo virreinal (1521-1821) en México, donde en la época precolombina se desarrollaron importantes tradiciones cerámicas. Sin embargo, una vez consumada la conquista hispana y a partir del siglo XVI la producción cerámica de tradición indígena sufrió cambios tecnológicos como resultado de la introducción de nuevas técnicas originarias de regiones distantes y que impactaron en las economías tradicionales en el Nuevo Mundo.

La arqueometría cerámica tiene importantes aplicaciones en el campo de la arqueología histórica, permitiendo una investigación integral sobre procesos culturales relacionados con prácticas productivas y tecnológicas, la memoria, la permanencia y la distribución de conocimientos técnicos. De esta manera, en este artículo se presentan resultados derivados de técnicas analíticas mineralógicas y geoquímicas que fueron aplicadas a un conjunto de tiestos recuperados en contextos arqueológicos de rellenos constructivos en el predio que ocupó el antiguo Templo Mayor de la ciudad azteca de Tenochtitlan, en la actual Ciudad de México. Paralelamente, con la finalidad de tener un marco comparativo de referencia, se incluyen algunos fragmentos cerámicos recuperados en rellenos de las bóvedas de la parroquia del sagrario de la Catedral de Sevilla, España, como resultado de una intervención arqueológica de salvamento (fig. 1). Dichos resultados han permitido ubicar la posible región productiva de las vasijas bajo estudio y conocer algunos rasgos de la tecnología productiva.

CULTURA MATERIAL Y TECNOLOGÍA PRODUCTIVA

La cultura material representa distintos modos en que se satisfacen las necesidades humanas elementales y suntuarias con objetos materiales y acciones, de manera que los objetos no se consideran reflexiones pasivas de la tecnología o la organización social, sino que se trata de una dimensión activa y estructurante de las sociedades humanas y sus significados, como faceta fundamental de la vida humana (Pounds, 1992; Guarinello, 2005). Por otro lado, en un contexto cada vez más complejo los individuos construyen y expresen sus identidades a través de la cultura material, la cual se identifica en los objetos, cuyas identidades físicas se generan, usan y comprenden en un espacio social determinado (Wetherell, 1982; Dietler y Herbich, 1998; Insoll, 2007; Dittmar, 2011), aspectos que son susceptibles

Fig. 1.—Mapa de los sitios mencionados en el texto (elaborado por el Arqueólogo Emilio A. Garcés García, INAH).

de interpretación en aquellos sitios históricos posteriores a la ocupación hispana en el Nuevo Mundo.

Por ejemplo, en un amplio territorio pueden presentarse diferencias económicas, de clase o institucionales, con el resultado de la subsecuente transformación de la relación en los factores económicos con los procesos étnicos. Dichos discursos se construyen a través de contextos específicos y las prácticas que rodean las relaciones sociales, como ocurre con las decisiones que toman los productores para elaborar objetos conforme a sus conocimientos y destrezas, legados de generación en generación (Malafouris, 2008), así como según el desarrollo tecnológico en determinada época además de la interacción entre las acciones técnicas y el entorno natural.

Asimismo, las prácticas alfareras constituyen un medio activo a través del cual se formula y reformula el orden social, político y económico vigente en cada sociedad y las tecnologías productivas involucran necesariamente relaciones sociales y son los agentes técnicos los responsables por la producción, el uso y el valor dado a los objetos materiales (Gosselain, 1992; Dobres, 2000). En este caso, el estudio arqueométrico de la cultura material pone en evidencia fenómenos sociales relacionados con las decisiones tecnológicas en la producción de objetos cerámicos.

LA ARQUEOLOGÍA HISTÓRICA EN EL ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS

El estudio de lo social con base en la evidencia material se asocia con las funciones y subsistemas sociales en la intersección con la estructura económica, mostrando categorías diferenciables socioeconómicas, sobre todo en lo referente

a lo territorial y cultural, étnico e identitario (Fournier, 2007). En los estudios arqueológicos de periodos históricos, es decir, aquellos que se gestan después del contacto europeo con el Nuevo Mundo se pueden abordar, entre otras temáticas, el establecimiento de interconexiones simétricas y asimétricas de orden económico, social, político, jurídico y cultural entre regiones distantes con múltiples formas de articulación donde el estudio de la tecnología productiva posibilita inferir diversos fenómenos sociales.

La arqueología histórica independientemente de las posturas teóricas derivadas de la arqueología procesual, la arqueología social iberoamericana, la teoría crítica, la teoría de la agencia y otras aproximaciones de índole posprocesual (Charlton y Fournier, 2008; Fournier, 1990, 1998; Palka, 2009; Van Buren, 2010; Rodríguez-Alegría, 2016; Montón-Subías *et al*., 2016), constituye una estrategia de investigación óptima para el estudio de tecnologías productivas en México y ha abierto nuevas brechas inferenciales sobre el pasado histórico. Sin embargo, a pesar de que el interés académico en el estudio arqueológico de periodos históricos se ha incrementado en las últimas tres décadas, hay mucho por hacer a medida que surgen nuevas preguntas y temas de investigación, cuyo objetivo es contribuir a una narración más completa del pasado multicultural de México (Fournier y Velasquez, 2014:4850). En consecuencia, las posibilidades de obtener nuevos conocimientos sobre el desarrollo de la producción cerámica y las tradiciones tecnológicas, y sus cambios a través del tiempo se concretan a partir de la combinación de múltiples estrategias de investigación que involucran a la arqueología histórica, la etnoarqueología y la arqueometría (Fournier y Bishop, 2015:223).

En el estudio de la tecnología, se ha puesto interés principalmente en el impacto del colonialismo europeo, transformaciones en la producción y consumo de la cultura material, sobre todo en los cambios de tecnologías indígenas, así como la introducción de técnicas europeas y uso de cerámicas tanto locales como importadas en el seno de la sociedad virreinal (Gasco, 1992; Brown *et al.,* 2004; Palka, 2005; Kepecs, 2005; Zeitlin, 2005; Blackman *et al*., 2006; Thomas, 2007; Fournier, 2009; Fournier *et al.,* 2009; Charlton y Fournier, 2011; Hernández, 2012; Pasinski y Fournier, 2014; Rodríguez-Alegría, 2016), lo cual contribuye a la comprensión de la resistencia cultural, adopción, adaptación y resilencia en la vida cotidiana, entre otros aspectos.

En general, la tecnología puede concebirse como el conjunto de posibilidades y procedimientos técnicos para transformar la materia que existe en la naturaleza en forma de materiales, en arqueología es el encadenamiento de acciones y relaciones, desde el mismo proceso productivo, a la organización del proceso de producción, sumándose a todo el sistema cultural así como procesos y prácticas asociadas con el consumo, por lo que los estudios tecnológicos nos aproximan al conocimiento de la variación de soluciones productivas desarrolladas por diferentes culturas (Rye, 1981:5; Miller, 2007:4). En lo referente a la producción, se busca determinar las interrelaciones entre los sujetos y las materias primas para la fabricación de la cerámica, quién y para quién se fabrica. Las interrogantes principales se refieren a la tecnología de manufactura, el papel y estatus de los productores, la integración de actividades además de la organización de las unidades productivas y la organización

económica en general (Rice, 1987:182); al mismo tiempo, la producción cerámica está relacionada con el entorno natural, así como con la apropiación del medio físico y la explotación de recursos en un ecosistema específico. En años recientes se han propuesto modelos teóricos desde la antropología y sociología para explicar la producción y el cambio tecnológico (Sahlins, 1972; Rice, 1987; Kolb, 1989; Costin, 1991; Loney, 2000; Underhill, 2002; Flad y Hrby, 2007; Albero, 2014).

De esta manera, el estudio arqueológico de las tecnologías productivas en todo lugar y época, se ha convertido en un importante tema de la investigación arqueométrica permitiendo la comprensión de aspectos del registro arqueológico. Esto posibilita realizar estudios minuciosos que aporten resultados acerca de similitudes y diferencias en los materiales, que coadyuven al conocimiento del pasado con base en métodos de caracterización de objetos a través de la determinación de sus principales propiedades físico-químicas, considerando que para que un artesano desarrolle cualquier actividad productiva como en el caso de las elaboración de cerámica en alfares, es indispensable una tecnología que involucra diversas variables (Coll y García-Porras, 2010), desde la obtención y procesamiento de las materias primas para el cuerpo cerámico, es decir componentes plásticos y aplásticos, mismos que pueden caracterizarse mediantes análisis arqueométricos.

PRODUCCIÓN DE CONTENEDORES CERÁMICOS EN EL COMERCIO TRANSATLÁNTICO EN MÉXICO Y LA BAJA ANDALUCÍA

Al despuntarse los procesos de exploración, colonización y conquista de nuevos territorios por parte de España y Portugal, inició un comercio incipiente que a partir de la inserción del continente americano se convirtió más tarde en un motor de la cultura económica europea, es decir que con la institución de la ruta comercial más importante del mundo contemporáneo entre la Península Ibérica, Latinoamérica y China, se transformó en un fenómeno económico de mercado catalizador en la conformación del sistema mundial colonial. Sin duda esos eventos ocurrieron gracias a la correlación positiva entre la ubicación estratégica de los puertos ibéricos de ágil cabotaje hacia el Atlántico y de ahí las rutas de navegación hacia las Indias Occidentales, la producción especializada y los sistemas de intercambio complejos que se fueron consolidando a raíz de los descubrimientos en el Nuevo Mundo desde el siglo XV (Knapp y Demesticha, 2017). Estos hechos y sobre todo la conectividad entre Europa y América, fortalecieron al capitalismo comercial dando como resultado la producción, comercio y consumo de diversos productos de subsistencia y de lujo de origen europeo, asiático y americano impulsando las relaciones de dependencia de las periferias respecto a los centros hegemónicos e imperiales de poder además de la segmentación social en las colonias dominadas (Gunder Frank, 1979; Wolf, 1987; Wallerstein, 1989; Carmagnani, 2012).

El modelo del sistema-mundo postulado por Wallerstein, a pesar de su intrínseco eurocentrismo, continúa aportando a las investigaciones arqueológicas incluso para épocas precolombinas, por ejemplo el estudio reciente de Peter F. Jiménez Betts

(2018) quien lo aplica al México prehispánico. Al respecto, el autor reseña con base en Wallerstein que la concepción del sistema mundial capitalista europeo constituye una relación de intercambio desigual estructurado que integra a diversas unidades políticas y culturas en regiones que constituyen o el centro, las semiperiferias o las periferias. En este sistema socioeconómico, los poderosos imperios europeos con sus propios capitales y tecnología, entraron en continua pugna para controlar e incorporar a las periferias a través de la colonización para, así, hacerse de recursos y fuerza de trabajo barata e incluso esclava, para fortalecer a la economía del centro con el consecuente empobrecimiento de las periferias, mientras que las semiperiferias ocuparon un lugar intermedio con algunas de las prerrogativas del centro así como ciertas desventajas que comparten con las periferias. Una de las ventajas de la teoría de sistemas mundiales en el caso del análisis de procesos posteriores a la conquista hispana del Nuevo Mundo, es que se resalta que la unidad básica de estudio es el mundo de interacciones en lugar de las sociedades o regiones individuales (Jimenez-Betts, 2018:16-17) en el marco del colonialismo.

En este escenario, las redes comerciales del siglo XVI dieron lugar a la expansión vía marítima y a la comercialización de una amplia variedad de mercancías transportadas por las Flotas de la Carrera de Indias a puntos distantes de los territorios americanos conocidos hasta ese momento, incluyendo el abastecimiento de productos europeos a la Nueva España. En este contexto se desarrolló por un lado la producción de nuevas identidades geoculturales y por otro, el control del trabajo a través del surgimiento de nuevas relaciones materiales de producción propias del patrón de poder capitalista (Quijano, 2000; Quintero, 2010).

En esencia, el contacto transoceánico contribuyó a la exploración, explotación y expansión territorial, a definir la comercialización y consumo allende la frontera de diversos bienes materiales incorporando nuevos elementos, transformaciones o adecuaciones tecnológicas, con distintos usos y significados simbólicos, elementos evidenciados actualmente en el registro arqueológico en distintas áreas geográficas (Hall y Silliman, 2006; Croucher y Weiss, 2011; Majewski y Gaimster, 2009; Funari y Senatore, 2015). Así, se impulsó el desarrolló en España de la producción de contenedores cerámicos destinados al transporte de variadas mercancías consumibles que ansiaban quienes mantuvieron los usos, costumbres y prácticas alimentarias mediterráneas en las nuevas tierras donde se asentaron, y cuyas evidencias materiales se pueden encontrar en casi todos los territorios explorados y conquistados que formaron parte del Imperio Español en las Indias Orientales y Occidentales. En sí, podría concebirse con una perspectiva derivada de los estudios del postcolonialismo, que una serie de elementos asociados con el trabajo y la filiación socioétnica de los individuos europeos y sus descendientes, no entraran en la arena contestataria entre colonos y colonizados (Silliman, 2014:147) ya que consumibles como el aceite de olivo y el vino no se incorporaron a la gastronomía de los grupos autóctonos, e incluso la Corona impuso restricciones para el cultivo de olivos y vides en los territorios bajo su dominio para proteger las industrias de la Madre Patria.

En este escenario, el objetivo de este estudio es contribuir a la ubicación de los principales centros productores de los contenedores cerámicos conocidos

como oliveras o botijas, que fueron destinados en principio al comercio transoceánico desde los siglos XVI al XIX y posteriormente se les dieron otros usos, como efecto de procesos de la expansión geográfica producto de la colonización, ocupación, uso y desecho en sitios arqueológicos que se localizan en México. El modelo de la olivera o botija española se remonta a las ánforas cananitas, fenicias, griegas, romanas, bizantinas y medievales españolas (Avery, 1997). En esos recipientes se transportaban productos de variada naturaleza, ya fueran destinados para el comercio o para el consumo de la tripulación en navíos, pues solían contener aceite de oliva, vino, vinagre, miel, aceitunas o granos principalmente (Goggin, 1960; Smith *et al*., 1998; Kingsley *et al*., 2014). De acuerdo con la información documental, en los expedientes de las mercaderías registrados en la Casa de Contratación de las Indias (1503-1790), eran denominados genéricamente como botijas.

En América se reutilizaron estos envases ibéricos en contextos domésticos para almacenar agua, cerveza y algunos consumibles secos como harina, maíz y frijoles, además de en contextos militares para almacenar agua. También llegaron a servir para embalar exportaciones del Nuevo Mundo, como perlas de Venezuela y bálsamo de América Central para su envío a España. La introducción de la industria vitivinícola en algunas colonias americanas como Perú y Argentina incidió en la producción de contenedores cerámicos para la distribución de caldos (Pasinski y Fournier, 2014:1347).

En cuanto a la morfología de estos objetos, en su mayoría se trata de recipientes con boca circular, cuello corto cilíndrico cóncavo, hombro alto, cuerpo esférico, elíptico, cónico invertido o cilíndrico, fondo cóncavo o plano. El borde del cuello siempre fue añadido en la última etapa de la producción, aunque los estudios demuestran que estas variedades han cambiado significativamente con el tiempo (Goggin, 1960; Avery, 1997). Respecto a los tratamientos superficiales predomina el alisado simple y algunas piezas están cubiertas con un vidriado plúmbeo por dentro y por fuera. A nivel arqueológico, en la tipología y cronología propuestas por John M. Goggin en la década de los años sesenta del siglo pasado que se basa en la silueta de las vasijas y de las bocas de éstas, se establecieron tres estilos fechables correspondientes a los estilos Temprano (*ca*. 1500-1575), Medio (*ca*. 1580-1780) y Tardío (*ca*. 1780-1850), así como cuatro formas: A, B, C y D (fig. 2).

Los debates actuales en torno a estos contenedores cerámicos pueden ser enmarcados en cuatro vertientes: (1) definir toda la gama formal de los recipientes cerámicos; (2) propiciar que sea homogénea la nomenclatura para este grupo de objetos, que pueda comprenderse fácilmente de un idioma a otro; (3) localizar los centros donde se produjeron las piezas y determinar la ecología cerámica involucrada en el proceso de producción de cada clase de vasija; y (4) definir los procedimientos que se emplearon para llenarlos y transportarlos a los puertos de embarque marítimo o centros comerciales para el transporte terrestre en diversas regiones (Pasinski y Fournier, 2014:1348), según el contexto ecológico donde se desarrolla la actividad alfarera y cómo influye en ésta la interacción entre el artesano con otros especialistas en el mismo oficio al igual que con el entorno físico-ambiental (Matson, 1965:202),

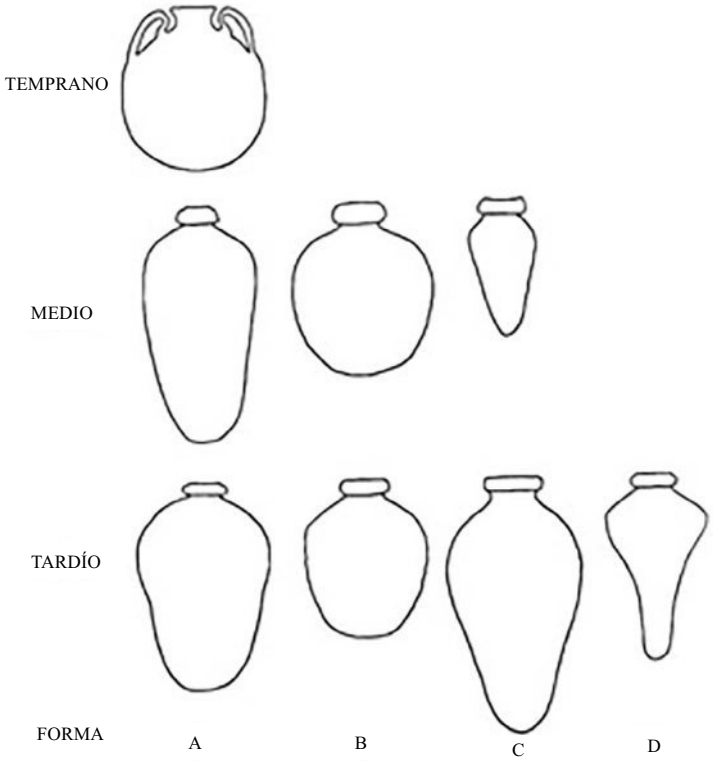


Fig. 2.—Formas comparativas del estilo Temprano, Medio y Tardío (sin escalas) (adaptado de Goggin, 1960:28).

lo cual posibilita someter a análisis los procesos de selección que realizaron los ceramistas en la producción de vasijas.

En este sentido, nuestro interés radica en la comprensión de conductas socioculturales a partir de análisis de fragmentos de estos envases encontrados en yacimientos arqueológicos de México y Andalucía, específicamente indagamos cómo los olleros de la loza basta prepararon la pasta del cuerpo cerámico de las vasijas, qué materias primas emplearon para transformarlas eventualmente en un objeto útil para el consumo, y en consecuencia la función a la que están destinados para que, así, cumplan con sus características de ejecución o performativas (Schiffer, 2016); independientemente de que no exista documentación histórica que refiera de manera clara a ordenanzas del gremio (Gestoso y Pérez, 1903), si se cuenta con evidencias en las muestras bajo estudio de que hay más similitudes que diferencias mineralógicas en los cuerpos cerámicos, entonces podría postularse que los niveles de especialización artesanal fueron altos sin necesidad de regulaciones para quienes ejercían el oficio, aunque pudo haber variaciones a través del tiempo si se llegaron a agotar las canteras de arcilla. En resumen, el estudio de las tecnologías producti-

vas permite una aproximación al conocimiento de las decisiones tecnológicas que tomaron los artesanos.

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS PREVIOS

En las últimas décadas se han desarrollado estudios enfocados a la tipología, cronología y localización de los centros de producción de las llamadas botijas, donde se incluyen algunos análisis físico-químicos. Entre los tipológicos y cronológicos que se han efectuado en la Península Ibérica, en el actual País Vasco, en la ermita de San José se menciona la posible localización de talleres de producción y cabe la posibilidad que se hayan manufacturado en los principales puertos de esa área geográfica (Azkarate y Núñez, 1991). Adicionalmente, se han propuesto tipologías a partir de vasijas defectuosas rescatadas de rellenos de bóvedas sevillanas que cronológicamente corresponden a los siglos XV al XVIII. Por ejemplo, con base en estudios comparativos se ha planteado conocer dónde se producían, sin embargo, podrían complementarse con estudios físico-químicos para fortalecer esta propuesta (Amores y Chisvert, 1993).

Asimismo, se han reportado hallazgos de fragmentos de recipientes cerámicos destinados al transporte, entre los que se incluyen botijas en el relleno de bóvedas de los claustros de Santo Domingo de Jerez de la Frontera. En esa localidad, se documentan de un modo abundante a fines del siglo XVI ejemplares sin vedrío (Barrionuevo, 2009). Incluso es factible que en Jerez de la Frontera y Palos de la Frontera (Huelva) así como la región norte del Río Guadalquivir se hayan desarrollado producciones locales que incluyeron infinidad de botijas destinadas al comercio transatlántico, de manera que los estudios de caracterización cerámica podrían completar el panorama de Jerez y su posible dependencia de Sevilla o el inicio de producción de exportación anterior a las botijas (Fernando Amores Carredano, comunicación personal, 2018).

No obstante, se han estudiado los dos más importantes centros productores de vino para la Carrera de Indias, es decir Cazalla y Jerez, para los cuales los resultados de análisis petrográficos de 17 muestras permitieron comprender que en esas zonas no se produjeron esas vasijas, sino que fue en el área del valle del río Guadalquivir, específicamente en la ciudad de Sevilla y sus alrededores (Avery, 1997).

Por otro lado, en un estudio interesante que fue realizado en la Habana, Cuba, se discute la posibilidad de la producción de esa clase de vasijas en esa isla del Caribe. En cuanto a la tecnología productiva, se evaluaron tiestos de tres conventos coloniales y entre otras consideraciones, se detectaron marcas incisas precocción que sugieren que al menos dos estilos distintos coexistieron temporalmente y que además pudo desarrollarse una industria cerámica autóctona, con presencia de vidriado alcalino que en algunos casos es de buena calidad. Lo anterior permite sugerir que se desarrolló un producto regional o caribeño, aunque también se especula que se trata de piezas mexicanas (Arduengo, 2008), lo cual carece de sustento, a excepción de un estudio en el que se afirma la producción mexicana de botijas (Vega *et al.,* 2013)

pero es dudosa la confiabilidad de los resultados debido a una descuidada preparación de las muestras, ya que en los análisis instrumentales de activación neutrónica se detectó cobalto en la pasta de muestras de mayólica y seudomayólica, lo cual en realidad se debe al pigmento de la decoración que se debe haber mezclado con la pasta cerámica antes de irradiar los especímenes.

En cuanto a estudios arqueométricos, se analizaron contenedores cerámicos en Santa María La Antigua del Darién, Colombia, ciudad fundada en 1510 por Martín Fernández de Enciso y Vasco Núñez de Balboa. Los resultados permitieron definir los primeros grupos de referencia de contenedores cerámicos y cuya procedencia puede estar vinculada con Sevilla y no con el arrabal sevillano de Triana como se pensaba. Adicionalmente, a través de la estimación de la temperatura de cocción definida por las fases cristalinas por difracción, se consideró que se relacionan posiblemente con los grupos composicionales de Triana, sin poder inferir diferencias tecnológicas sustanciales ni establecer una localidad específica de su procedencia (Gomez *et al*., 2013).

Asimismo, un conjunto de oliveras procedentes de las Islas Salomón se recobró en dos sitios que están asociados con las entradas del explorador español Álvaro de Mandaña o Neyra de 1595 y 1596 en esas zonas insulares del Pacífico. En este caso, se pensó que los desechos de botijas halladas en esta área procedían de Panamá, sin embargo, a partir del método de fechamiento por U-PB en Zircones y al complementarse con estudios petrográficos y geoquímicos, se obtuvo como resultado que el Batolito Costero Peruano es la principal área productiva (Kelloway *et al*., 2014), además de que los análisis instrumentales de activación neutrónica indican que las muestras bajo estudio no son de recipientes hechos en Panamá (Kelloway *et al*., 2016).

En México se han realizado importantes trabajos arqueológicos acerca de la importación, distribución y consumo de una gran variedad de materiales cerámicos en la Ciudad de México cuya presencia fue resultado del desarrollo económico mercantilista en la expansión europea, ya sea por vías directas o a través de sistemas redistributivos regionales, estudios en los que se incluyen algunos restos de botijas (Fournier, 1990). A pesar de que existen sitios y regiones donde sólo se menciona la presencia de botijas como el caso de Tlaxcala-Puebla (Müller, 1981), la ciudad de Puebla (Herrera y Álvarez, 2000), Nochixtlán, Oaxaca (Spores, 1969), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Navarrete, 1966), así como restos y ejemplares completos en contextos arqueológicos sumergidos en el Continente Americano (Martin, 1979; Sassoon, 1981; Carter, 1982; James, 1988; Marken, 1994; Avery, 1997; Moya y Reicher, 2010; Ford, 2011; Luna, 2014) y la Península Ibérica (Escribano y Mederos, 1999) que se han reportado hasta el momento, son pocos los trabajos arqueológicos que han incluido contenedores cerámicos. Por ejemplo, el estudio de restos de botijas provenientes de intervenciones arqueológicas subacuáticas, puede brindar información sobre el origen, naturaleza, cronología así como otros aspectos del material embarcado en las naves que participaron en el sistema de Flotas y que se fueron a pique en arrecifes o impactaron contra la costa a consecuencia de eventos climatológicos adversos.

Sin embargo, en estudios arqueométricos recientes con el objetivo de conocer los principales centros productivos, de intercambio y consumo de lozas vidriadas en Nueva España, se han caracterizado a nivel geoquímico por análisis instrumentales de activación neutrónica (INAA) en los que los grupos composicionales ibéricos característicos de Andalucía se incluyeron con fines comparativos a las botijas u oliveras, mostrando entre sus resultados un agrupamiento de los fragmentos cerámicos (véase por ejemplo Fournier *et al*., 2012) (fig. 3).

Estudios paralelos tanto de activación neutrónica como de espectrometría de masas (ICP), indican que la mayoría de estos objetos eran manufacturados en el arrabal sevillano de Triana (Hughes, 2014; Velasquez y Salgado-Ceballos, 2016) y recientemente se ha identificado un nuevo grupo composicional en la producción de botijas en Portugal (Silva *et al.,* 2018).

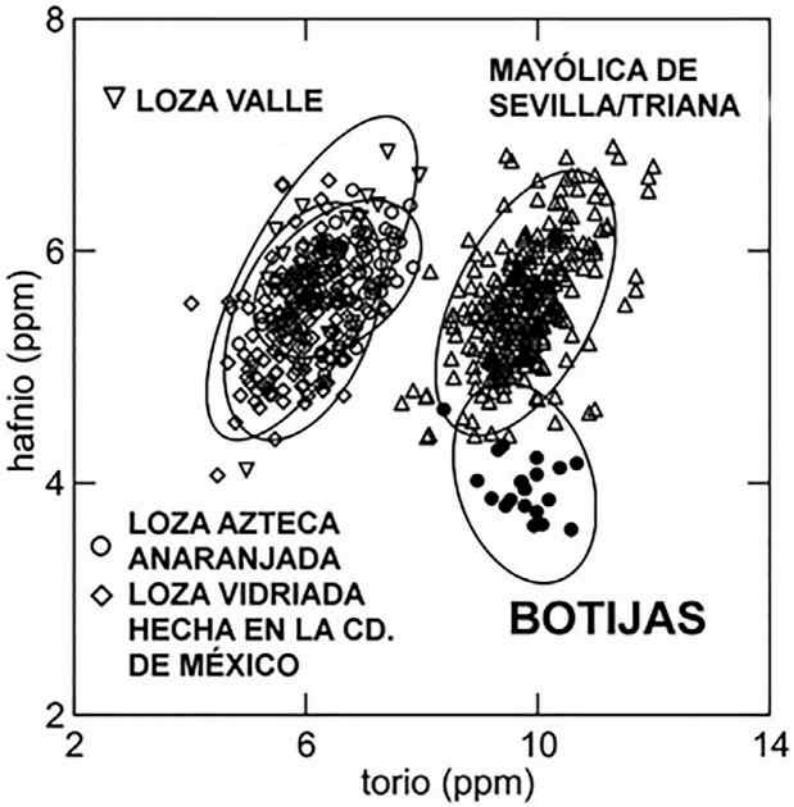


Fig. 3.—Gráfica bidimensional donde se comparan las partes por millón de hafnio y torio para la Loza Valle (mayólica hecha en la ciudad de México hacia mediados delsiglo XVI), cerámica vidriada de la ciudad de México, cerámica azteca de la loza anaranjada, mayólica de Sevilla/Triana y botijas españolas (intervalos de confianza del 90%) (adaptado y ampliado por Ronald L. Bishop a partir de Fournier *et al*., 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los objetos a los que nos referiremos en este artículo se registraron arqueológicamente en contextos de la Ciudad de México y Sevilla (fig. 4). En el caso del Templo Mayor, los tiestos fueron recuperados en contextos de ocupación hispana a partir del siglo XVI. Cabe mencionar que para algunos de los tiestos estudiados, se han efectuado análisis macroscópicos previos que hacen especial énfasis en la función, uso, tecnología y variabilidad (Velasquez y Fournier, 2015), cuyos fragmentos se distinguen en dos grupos: botijas vidriadas y sin vidriar. Para el caso de los tiestos de la parroquia del Sagrario de la Catedral de Sevilla, gracias a los trabajos arqueológicos de rescate realizados en diversas áreas del recinto, se han podido identificar rellenos arquitectónicos con importantes restos cerámicos correspondientes a distintas épocas y cronologías que incluyen infinidad de fragmentos de botijas (Jiménez Sancho, 2000, 2017). En su mayoría, corresponden al tipo cerámico designado como Estilo Medio (*ca.* 1580-1780) propuesto por John M. Goggin (1960). En total se analizaron catorce fragmentos, de manera que la caracterización arqueométrica de los materiales cerámicos se realizó con los siguientes métodos físico-químicos que contemplaron técnicas invasivas y no invasivas, según los objetivos de cada técnica y los parámetros establecidos por diversos autores:

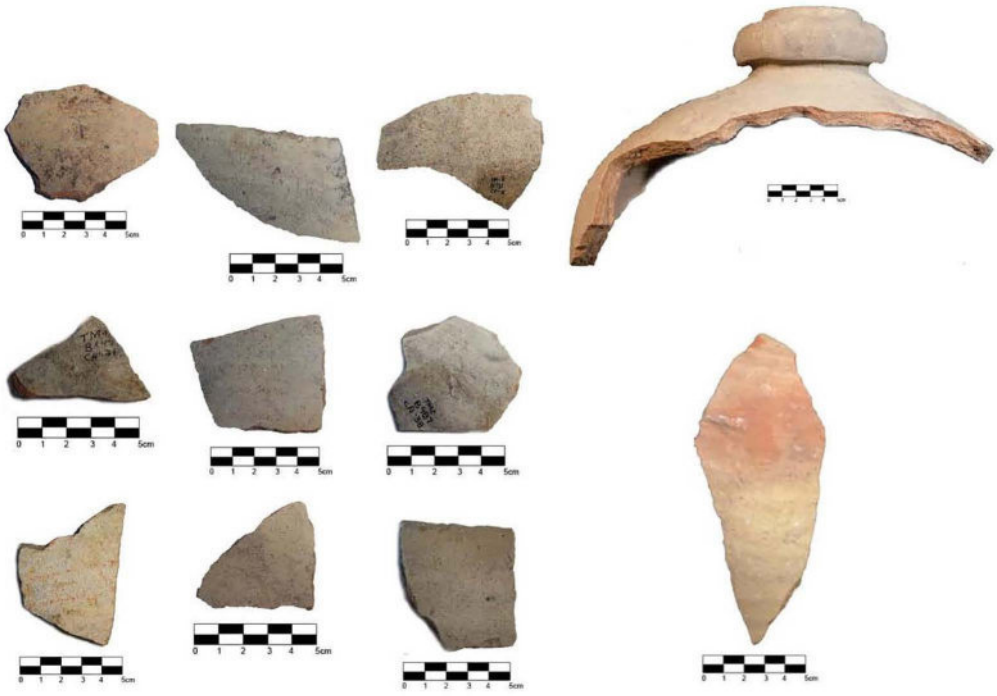


Fig. 4.—Fragmentos de botijas procedentes de contextos arqueológicos de la Ciudad de México (izquierda) y cuello con hombro de botija sevillana de Estilo Medio (1580 a 1780-1800), según la tipología propuesta por Goggin (1960), y fragmento de hombro de botija de cocción heterogénea (derecha).

1) *Análisis petrográficos, texturales y macroscópicos:* obtención de pruebas de significancia de componentes minerales evaluando sus propiedades morfológicas o cristalográficas y ópticas (Whitbread, 1989; Riederer, 2004; Boggs, 2009; Quinn, 2013; Albero, 2014; Sen, 2014). De igual manera se procedió a la identificación de rasgos heredados del suelo y materiales depositados en los poros a causa del uso de los objetos o derivados de procesos posdeposicionales (Bearat *et al.,* 1992; Bullock, 1999; Garrison, 2016; Kapur *et al*., 2008; Raith, 2012). El estudio se centró en la descripción de la matriz arcillosa, fragmentos de rocas y minerales, porosidad. En relación a la textura, se contemplan como variables la frecuencia, distribución, ordenación y morfología de las partículas en su conjunto. Dicho análisis se realizó en un microscopio petrográfico con aumentos de 10X, 20X y 40X, observando las características y propiedades físicas en Luz Polarizada Plana (LPP) y Nicoles Cruzados (NX). Además, se llevó a cabo una exploración preliminar de las pastas a nivel macroscópico con la finalidad de describir la matriz arcillosa, las inclusiones no plásticas y la porosidad. El equipo empleado fue un Microscopio marca Leica WILD M8, con un objetivo de 0'5 X aumentos y oculares de 10X, todo ello complementado por un zoom modelo FACTOR ZOOM. Las fotografías fueron obtenidas a partir de un sistema de adquisición de datos LAS INTERACTIVE MEASUREMENT MODULEV.4 marca Leica, a diferentes escalas y resoluciones.

2) *Espectroscopía de Reflexión de Infrarrojo de Onda Corta (SWIR):* determinación de la composición mineralógica básica (Smith, 1999; De Benedetto *et al*., 2002; Wenk *et al*., 2007; Cruz, 2013) y obtención de datos para evaluar la posible temperatura de cocción del cuerpo cerámico. Se obtuvieron reflectogramas en un equipo portátil *Espectrofotómetro Pro LabSpec* (Analytical Spectra Devices, Inc.). La utilización de este método permitió la obtención de espectros de reflexión para la identificación puntual de las especies y variedades minerales, permitiendo caracterizar y evaluar las constantes de los minerales en el acabado de superficie de los tiestos para su correlación con los resultados derivados de las técnicas de Difracción y Fluorescencia de Rayos X. Los espectros se registraron con barridos de 4 -1 cm en la superficie de la cerámica y en total se analizaron las ocho muestras. En el caso de la cerámica, la posición de los picos apoya en la determinación del origen geológico de minerales los arcillosos.

3) *Fluorescencia de Rayos X (XRF):* identificación de elementos químicos mayores en el estudio del acabado de superficie (Bertin, 1978; Haschke, 2014). En esta fase, se empleó un equipo portátil *Niton FXL*, de la marca *Thermo Scientific* calibrado para análisis de suelos y sedimentos, identificando elementos principales y concentración en partes por millón (ppm). De este modo, la fluorescencia permitió conocer la composición química de los especímenes e identificar posibles elementos producto de alteraciones postdeposicionales.

4) *Difracción de Rayos X método powder (XRD):* conocimiento de componentes cristaloquímicos, que son inaccesibles al ser observados bajo microscopio petrográfico, y al mismo tiempo determinar temperaturas de cocción de las vasijas

(Jenkins, 1999; Ostrooumov, 1999; Cruz *et al.,* 2010, 2012; Borchardt-Ott, 2011). Para la caracterización de la pasta de las muestras no sólo es necesario conocer los componentes de rocas y minerales, también lo es saber la estructura química, es decir, las fases cristalinas que las constituyen. Además, permite identificar los compuestos residuales (aquellos que al ser cocidos no sufrieron ninguna modificación en su estructura), neoformados (fases de alta temperatura) así como los materiales amorfos aparecidos durante la cocción. Con base en los resultados petrográficos, se pueden correlacionar en buena medida con los resultados del análisis de Difracción de Rayos X (DRX). Se obtuvieron difractogramas en un Difractómetro marca *EMPYREAN* equipado con filtro de Ni, tubo de cobre de foco fino y detector *PIXcel3D*. Las muestras se molturaron y homogeneizaron mediante un mortero de ágata y se midieron utilizando un portamuestras de aluminio (fracciones no orientadas). La medición se realizó en el intervalo angular 2θ de 5° a 70° en escaneo por pasos con un "step scan" de 0.003° (2 Theta) y un tiempo de integración de 40s por paso.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación muestran que los principales componentes minerales en los cuerpos cerámicos son fragmentos de rocas de tipo sedimentario, ígneo y metamórfico, de éstas, las partículas de origen sedimentario son materiales en su mayoría de origen químico u orgánico. Asimismo, el estudio de la fracción mineral permitió conocer las relaciones mutuas entre los cristales o granos (textura y microestructuras) así como la composición modal de las inclusiones no plásticas además de la identificación de algunos rasgos heredados del suelo o sedimento que fue utilizado como materia prima para la manufactura de los objetos. Fueron identificados fragmentos de cuarzo, plagioclasa, biotita y fragmentos arcillosos, así como rocas carbonatadas, cuyos componentes minerales dominantes son la calcita y dolomita. En general, las muestras presentan una baja porosidad, lo cual indica la elaboración de pastas bien trabajadas y adecuadas para vasijas destinadas al almacenamiento de productos heterogéneos, incluyendo líquidos, con una cocción probablemente uniforme, regular, la cual se asocia a una atmósfera reductora.

Paralelamente, los datos texturales y micromorfológicos mostraron matrices de las pastas con alta birrefringencia atribuidas a las arcillas con un alto contenido de calcita y formación de microcristales en espacios porosos, posiblemente producto de la precipitación de sales derivadas de los líquidos que debieron contener los objetos. Los edaforrasgos están compuestos principalmente por agregados de óxidos de hierro con diferentes niveles de impregnación, ya sea en forma de concreción o fijados en la matriz arcillosa, y se observan carbonatos o microcristales secundarios en la matriz y poros. Se presentan los resultados generales para el Templo Mayor, en la Ciudad de México (fig. 5) y la parroquia del sagrario de la Catedral de Sevilla (fig. 6).

A nivel macroscópico, se caracterizó la textura de las pastas, se identificaron aquellos desgrasantes que posiblemente fueron añadidos por los alfareros y aquellos materiales contenidos en la arcilla de forma natural; por ejemplo, se observa caliza micrítica en la matriz arcillosa y se identificaron algunos rasgos sobre la tecnología

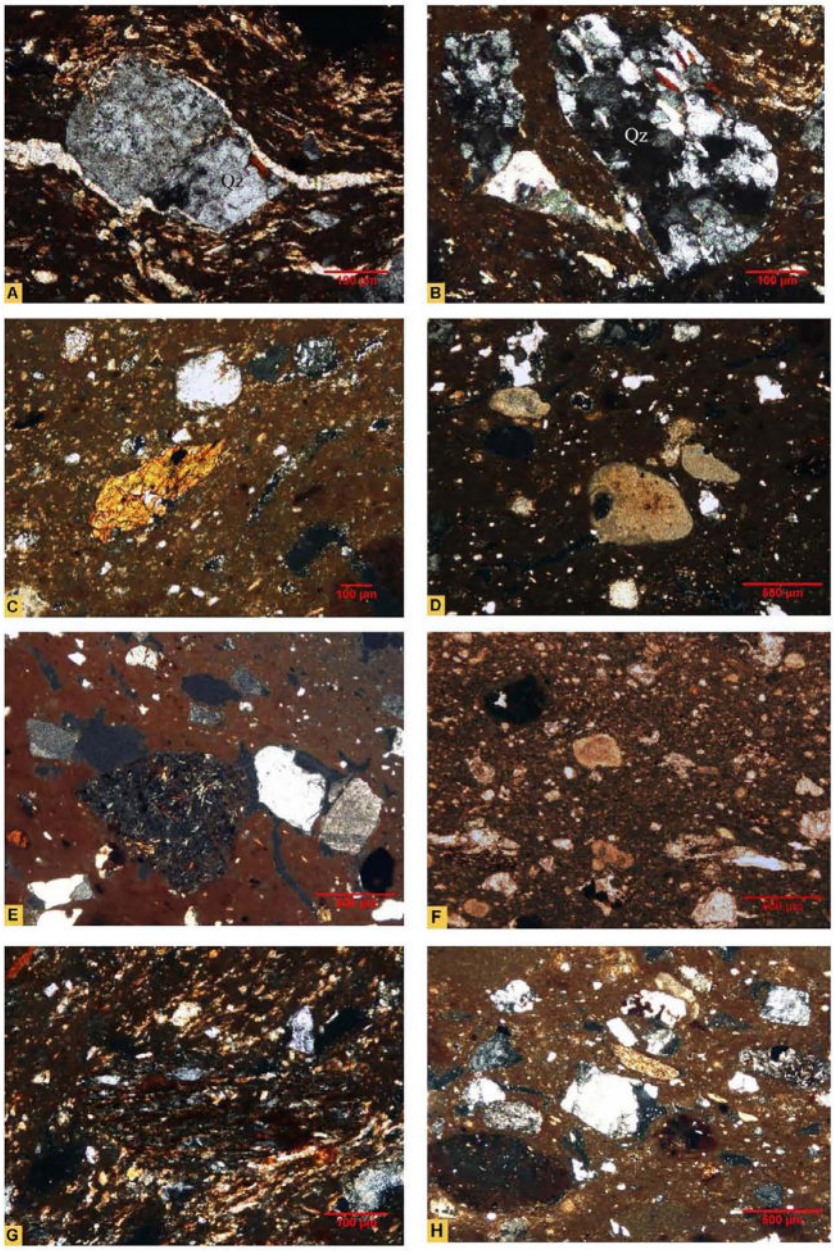


Fig. 5.—Templo Mayor, Ciudad de México: A) granos de cuarzo con microcristales en poros (20X NX) (tiesto B3BA); B) cuarzo policristalino (20X NX) (tiesto B3BA); C) alteración física de biotita (10X NX) (tiesto B987); D) micrita primaria y pequeños cuarzos subangulosos (10X NX) (tiesto B765); E) fragmento de roca de origen volcánico y matriz fina con índices de vitrificación por temperatura de cocción (20X NX) (tiesto B233); F) micrita y fragmentos de roca de origen sedimentario (10X LPP) (tiesto B765); G) fragmento de roca de origen sedimentario (40X NX) (tiesto B987); y H) matriz fina con alta birrefringencia con nódulos de óxido de hierro (hematita) (10X LPP) (tiesto B765).

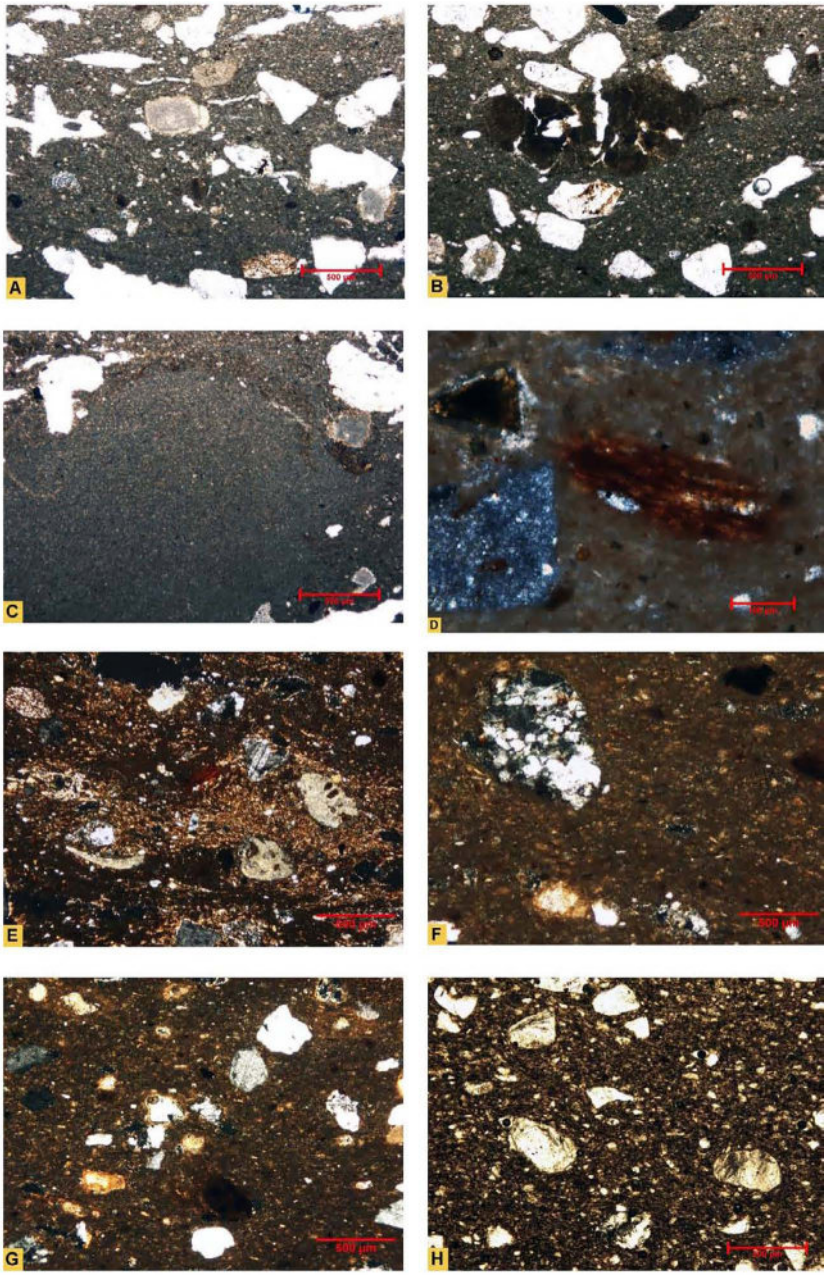


Fig. 6.—Parroquia del Sagrario de la Catedral de Sevilla: A) micrita y fragmentos de rocas de origen sedimentario (10X LPP); B) impregnación de óxidos de hierro en matriz (10X LPP); C) matriz fina de color pardo y grisáceo en apariencia de agregado (10X LPP); D) biotita y fragmento de roca (40X LPP); E) matriz con zonas de alta birrefringencia, fragmentos de cuarzo, plagioclasa y micrita (10X NX); F) cuarzo policristalino (10X NX); G) fragmentos rocosos de origen sedimentario y metamórfico (10X NX); y H) fragmentos de cuarzo y plagioclas de distintos tamaños y orientaciones (10X NX).

de producción, donde prevalece como técnica de formado de la pieza la utilización del torno por presentar estriados de torneado de forma irregular y en ocasiones en direcciones cruzadas (fig. 7).

Por otro lado, las principales fases minerales identificadas corresponden al cuarzo, feldespato del tipo plagioclasa intermedia, piroxeno tipo augita, gehlenita, hematita, trazas de mica/illita y posibles trazas de dolomita. En el caso de la gehlenita, se han reportado fases cristalinas de este mineral en fragmentos cerámicos de cocina producidos en Sevilla en los siglos XV y XVI, donde se muestra una temperatura de cocción aproximada entre los 850-950°C y 1000-1050°C, aunque se relacionan con otras formas cerámicas como lebrillos, bacines y jarras (Fernández de Marcos *et al.,* 2017). En relación con los tiestos procedentes de la parroquia del sagrario de la Catedral de Sevilla, existe una ligera variabilidad con respecto a los de Templo Mayor, al identificarse fases minerales de anortita, illita, augita y mica principalmente. Aun cuando estas fases no son indicadores fehacientes para la determinación de procedencia, se correlacionan con el entorno geológico de la ciudad de Sevilla y sus alrededores.

Cabe destacar que en el caso de la hematita, aunque su formación natural es de origen hidrotermal y por reemplazamiento, también puede ser producto de la neo formación de óxidos de hierro a hematita, esto debido a una alta temperatura de cocción; la presencia de gehlenita puede estar asociada con el hecho de que en su cocción, los objetos cerámicos se sometieron a una temperatura superior a los 800° C, y aunque después de los 1000° C puede ser observado en lámina delgada, únicamente se identificó por el método de difracción.

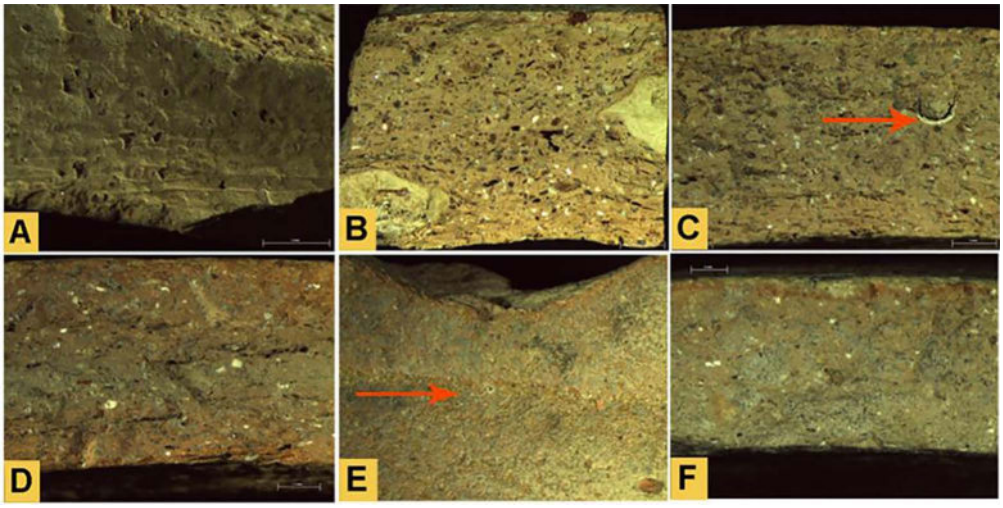


Fig. 7.—A) Marca de torno de alfarero (tiesto B3BA); B) partículas con orientación preferencial y fragmentos líticos de roca sedimentaria (tiesto B3BA); C) restos de organismos marinos en matriz (tiesto B765); D) matriz arcillosa (tiesto B233); E) residuo de vidriado (tiesto B765); F) acabado de superficie (tiesto B765).

Asimismo, se identificaron fases de minerales que son comunes en sedimentos, rocas sedimentarias y metamórficas, además de trazas de mica/illita. Este tipo de arcillas son producto de la alteración o meteorización de la moscovita y el feldespato en ambiente de meteorización hídrica y térmica, lo que indica que en algunos casos se trata de arcillas características de depósitos marinos, especialmente costas y aguas profundas lo que puede evidenciar la presencia de sedimentos de origen marino (figs. 8 y 9). Por ejemplo, se sabe que la cuenca del Guadalquivir

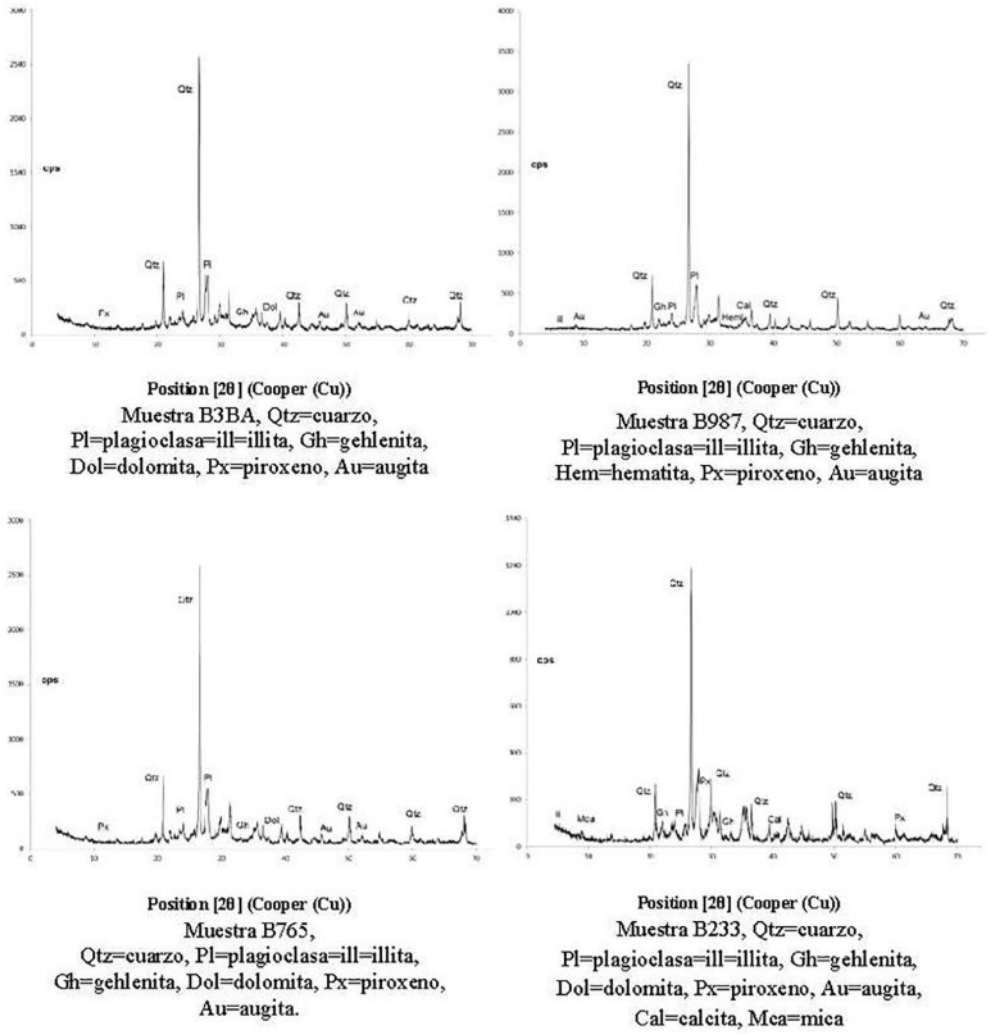


Fig. 8.—Difractogramas correspondientes a las muestras del Templo Mayor, Ciudad de México.

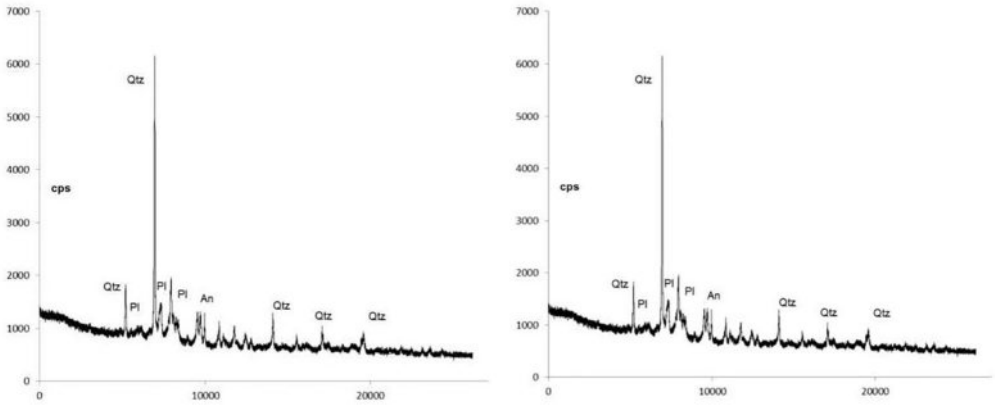


Fig. 9.—Difractogramas correspondientes a la Parroquia del Sagrario de la Catedral de Sevilla, España.

está compuesta principalmente de sedimentos marinos así como una gran variedad geológica de dolomía, caliza marmórea y, por otro lado, los factores geológicos y climáticos condicionaron el desarrollo de suelos de tipo vertisol (Gutiérrez *et al.,* 2014; Gallardo, 2015; Monteserín y Navarro, 2011). De esta manera, el material parental corresponde a materiales geológicos de la región antes mencionada, incluso varios minerales muestran un alto grado de alteración como disolución derivada del intemperismo físico y químico, que generalmente destruyen la red cristalina esencial, por lo que también se trata de un sustrato edafológico muy antiguo, como podría ser el caso del paisaje geológico y edafológico de esta área.

En cuanto al análisis de espectroscopía infrarroja, el resultado fue la identificación de las principales especies minerales, ya que se obtuvieron datos cuantitativos para la generación de reflectogramas y fueron agrupados señalando los grupos minerales por cada banda relacionada con los movimientos vibracionales y rotacionales fundamentales (fig. 10). Finalmente, los análisis de fluorescencia de rayos X mostraron los principales elementos químicos mayores, identificando como principal al plomo, derivado de la cubierta vítrea de la muestra bajo estudio (tabla 1). Aunque estos análisis geoquímicos se llevaron a cabo solo en los fragmentos de botijas procedentes del Templo Mayor, permitieron la determinación de los elementos químicos, mostrando a nivel cualitativo la composición del acabado de superficie de los fragmentos; calcio y hierro son los principales elementos identificados. El calcio (0.25 a 4.8%) está asociado con plagioclasas y montmorillonita. Estos minerales son de baja temperatura en aluminosilicatos y son comunes en rocas tanto sedimentarias como con suelos formados a partir de rocas volcánicas ácidas. El hierro (0.6 a 3.5%) está asociado con minerales ferromagnesianos y con óxidos de hierro cristalinos y no cristalinos. Hay una variabilidad de elementos trazas que se caracterizan por la concentración mínima de 1 a 50 ppm ($10^{-4\%}$) como plomo, cromo, rubidio y estroncio. La presencia de plomo puede estar asociada con residuos de la cubierta vítrea en la parte interna de algunos de los fragmentos.

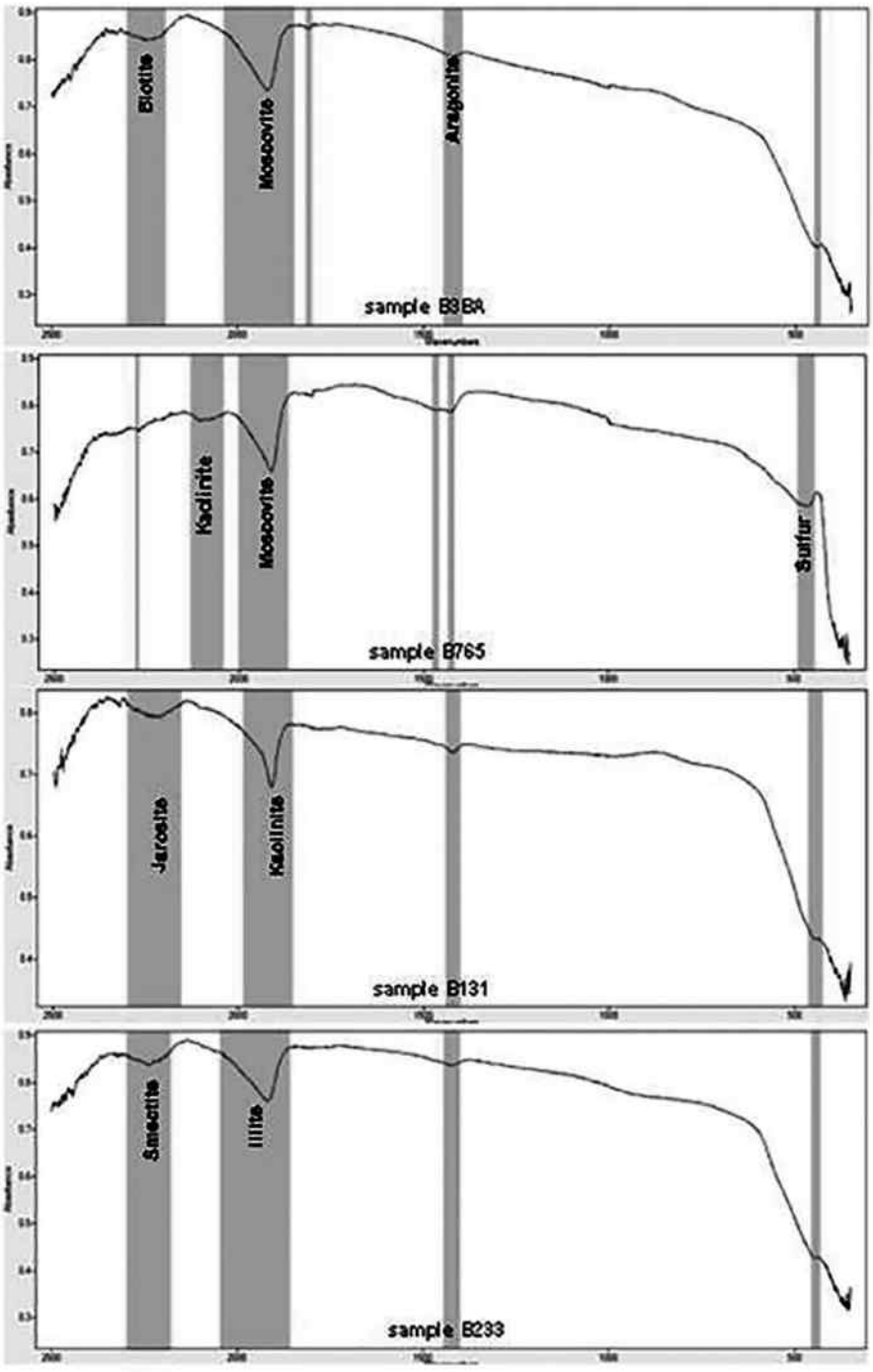


Fig. 10.—Espectroscopía Infrarroja (FT-IR): espectro de los principales grupos minerales.

TABLA 1
RESULTADOS DE FRX.
Elementos mayores identificados en partes por millón (ppm): PP = elemento principal preponderante; P = elemento principal, m = elemento mayor; v = visible; t = traza

Muestra	*As*	*Ca*	*Cr*	*Cu*	*Fe*	*K*	*Mn*	*Pb*	*Pd*	*Rb*	*Sr*	*Ti*	*Zr*
B253	v	P	t	v	P	v	—	P	—	t	t	—	—
B765	v	m	t	v	P	v	—	v	v	t	t	—	—
B987	v	P	t	—	PP	v	—	t	—	t	t	—	—
B3BA	v	P	t	v	m	—	v	v	v	t	t	v	—
B131	v	P	v	—	v	v	t	PP	—	t	t	—	—
B233	v	P	t	v	v	—	—	t	—	t	t	v	v

Una vez realizados los análisis, se propone que los fragmentos cerámicos forman parte de vasijas composicionalmente muy semejantes entre sí, por lo que se puede considerar que son de origen alóctono al entorno físico del centro de México y áreas circunvecinas y, si se compara con los resultados de investigaciones arqueométricas independientes al aplicar análisis instrumentales de activación neutrónica, podemos contemplar la posibilidad de que las botijas se produjeron en una zona mediterránea, probablemente en Sevilla/Triana.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito de este estudio fue contribuir a la comprensión de aspectos de la tecnología productiva de contenedores cerámicos que fueron empleados principalmente para el comercio transatlántico entre México y la Península Ibérica a partir del siglo XVI, durante el periodo virreinal. Desde nuestra perspectiva, gracias a la caracterización arqueométrica a partir del empleo de técnicas físico-químicas es posible conocer los principales elementos constitutivos de materiales cerámicos, así como algunos rasgos tecnológicos.

En general, los resultados muestran que el origen geológico y edafológico de las materias primas empleadas para la manufactura de los cuerpos cerámicos bajo estudio, son componentes muy semejantes, constituidos principalmente por rocas ígneas, metamórficas y mayoritariamente sedimentarias. En primera instancia, los resultados apuntan a que se relacionan con materiales cuya naturaleza es característica de las regiones de la Cuenca del Guadalquivir y posiblemente la Cordillera Bética en la Baja Andalucía, España, donde existen grandes unidades sedimentarias y metamórficas. Aparentemente, el material parental corresponde a materiales particulares de la región antes mencionada. Incluso, varios minerales muestran alto grado de alteración como disolución derivada del intemperismo físico y químico, que potencialmente destruyen la red cristalina esencial, por lo que también se trata de

un sustrato edafológico muy antiguo, como podría ser el caso del paisaje geológico y edafológico de la cuenca del Guadalquivir. No obstante, es difícil determinar con presión que se trató de esta área, debido a que existen otras zonas del Mar Caribe con características geológicas similares como la Isla de Cuba. Por el contrario, se descarta el área de las Islas Canarias, ya que se caracteriza por presentar una geología constituida principalmente por rocas de origen ígneo (Carracedo, 2011; Rodríguez y Hernández, 2013) y al mismo tiempo, es imposible considerar que las botijas se produjeron en México como incluso se afirmó en otros estudios (Vega *et al*., 2013). En general, gracias a los estudios petrográficos y texturales y su relación con los resultados de DRX, se ha podido constatar que las pastas presentan una alta cantidad de calcita en lámina delgada y a su vez picos de calcita en los difractogramas de Rayos X. Las piezas de este grupo tienen fases minerales de aluminosilicatos cálcicos como anortita, illita y esmectitas característicos también de la cuenca del Guadalquivir (Fernández-Caliani y Pérez- Macías, 2016). En estudios similares, se han identificado en arcillas destinadas para la fabricación de azulejo en Sevilla correspondientes al siglo XV, altos contenidos de carbonato de calcio y sedimentos de naturaleza ilítica (González-García *et al.,* 1988). En consecuencia, se determinó que las muestras tienen minerales y firmas químicas semejantes, lo que permite postular que existía un manejo homogéneo de las materias primas y que además se trataba de canteras relativamente cercanas a esta región productiva en Andalucía occidental.

Por otro lado, se pudo determinar que las muestras tienen firmas químicas semejantes, lo que permite postular que existía un manejo homogéneo de las materias primas y que además se trataba de canteras relativamente cercanas a una región productiva. En cuanto a las técnicas empleadas, en la mayoría de las muestras se puede apreciar una estandarización en la manufactura de los objetos y con colores diversos derivados del proceso de cocción. Asimismo, la baja porosidad indicaría la elaboración de pastas adecuadas para vasijas destinadas al almacenamiento de productos heterogéneos, incluyendo líquidos, con una cocción probablemente uniforme, regular, en atmósfera reductora a no más de los 850º C, lo que sugiere que existió una selección intencional y un apropiado manejo de materias primas; sin embargo, hay que destacar que la presencia de pápulas de arcilla puede evidenciar deficiencias en el trabajo de amasado por parte del alfarero, lo que podría relacionarse con un proceso expedito de elaboración del cuerpo cerámico tal vez por la premura de elaborar un gran número de botijas, requeridas para envasar los consumibles destinados al tráfico con las Indias.

Respecto a la tecnología de producción, los estudios de los componentes de los cuerpos cerámicos evidencian que los olleros realizaron elecciones técnicas para elaborar las botijas, con el resultado de que lograron elaborar objetos gracias a su destreza y saberes, logrando producir vasijas que fueron de utilidad en el comercio transatlántico y que transcurridos siglos aún se encuentran fragmentados en yacimientos arqueológicos ubicados en los dominios del Imperio Español de ultramar, o bien completas en bóvedas y pisos de edificios virreinales, e incluso de la Península Ibérica.

La determinación del posible origen geocultural de contenedores cerámicos es una herramienta útil para el estudio de tecnologías productivas en México y Andalucía. En este contexto, la producción de contenedores cerámicos destinados al transporte de mercaderías puede estar relacionada de manera directa con las necesidades del sistema económico colonial de comercio en el nivel local y global, incluso es factible conocer modificaciones, adecuaciones y variaciones en la disponibilidad de materias primas, adecuaciones tecnológicas y productivas, que pueden estar definidas por las características socioétnicas de los productores, distribuidores y consumidores dentro de un área o región. Con fines comparativos sería importante aplicar estas técnicas y parámetros descriptivos a restos de contenedores cerámicos provenientes de otros sitios de México así como de la Baja Andalucía e incluso recuperados en depósitos arqueológicos sumergidos, con el objetivo de tener un marco de referencia más amplio, fechas incluso absolutas de la producción de las vasijas definidas por el año del hundimiento de los navíos y conocer en mayor detalle la variabilidad tecnológica en el proceso de producción de estos envases cerámicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Fernando Amores Carredano (Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla), por ceder algunas muestras cerámicas para esta investigación así como al Arqueólogo Álvaro Jiménez Sancho por su apoyo en la revisión de muestras arqueológicas. Además, expresamos nuestro agradecimiento a la Dra. Teresa Pi Puig (LANGEM, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía del Instituto de Geología de la UNAM), por su apoyo en la medición de muestras por medio de Difracción de Rayos X. Al Mtro. Alberto Dorado Alejos (Laboratorio de Arqueometría del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada), por su apoyo en la interpretación de análisis por Espectroscopía Infrarroja. Agradecemos al Dr. Ronald L. Bishop (Smithsonian Institution) quien amablemente actualizó y amplió los análisis de activación neutrónica de cerámicas vidriadas y elaboró la gráfica correspondiente que se ilustra en la figura 3. Parte de los insumos requeridos para los análisis petrográficos de adquirieron gracias al financiamiento aportado a Patricia Fournier por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERO SANTACREU, D. (2014): *Materiality, Techniques and Society in Pottery Production*, De Gruyter Open, Warsaw, Berlin.

AMORES CARREDANO, F., y CHISVERT JIMÉNEZ, N. (1993): "Tipología de la cerámica común bajomedieval y moderna sevillanas (siglos XV-XVIII): I, la loza quebrada de rellenos de bóveda", SPAL 2, pp.269-325.

ARDUENGO, D. (2008): "Las Botijas (Olive Jars). Su reutilización en tres construcciones coloniales habaneras", Ponencia inédita presentada en el VII Congreso Internacional Patrimonio Cultural: Contexto y Conservación, Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología, Cuba, recuperado en http://www.monografias.com/trabajos61/botijas-habaneras/botijas-habaneras2.shtml.

AVERY, J. (1997): *Pots as packaging: the Spanish olive jar and Andalusian transatlantic comercial activity, 16th-18th centuries,* Estados Unidos, Tesis inédita de Doctorado en Filosofía, Universidad de Florida.

AZKARATE, A. y NÚÑEZ, J. (1991): "Colección de botijas y botijuelas ("Spanish Oliver jar" o "anforetas") procedentes de la ermita de San José (Elorrio, Bizkaia)", *KOBIE (Serie Peloantropología)*, Bilbao, pp. 153-182.

BARRIONUEVO, F. (2009): "Loza quebrada" del relleno de bóvedas de los claustros de Santo Domingo de Jerez de la Frontera", *Revista de Historia de Jerez* 14/15, pp.255-285.

BEARAT, H., DUFOURNIER, D. y NOUET, Y. (1992): "Alterations of ceramics due to contact with seawater", *Archaeologia Polona* 30, pp.151-162.

BERTIN, E. (1975): *Principles and Practice of X-ray Spectrometric Analysis,* Plenum Press, New York.

BLACKMAN, J., FOURNIER, P. y BISHOP R. L. (2006): "Complejidad e interacción en el México colonial: identidad, producción, intercambio y consumo de lozas de tradición ibérica, con base en análisis de activación neutrónica", *Cuicuilco* 13, núm. 36, pp. 203-222.

BOGGS, S. (2009): *Petrology of Sedimentary Rocks*, Cambridge University Press, New York.

BORCHARDT-OTT, W. (2011): *Crystallography. An introduction,* Springer, Berlín.

BROWN, R.B., FOURNIER, P., PETERSON, J. A., D. V. HILL y WILLIS, M. (2004): "Settlement and ceramics in northern New Spain: a case study of brownware pottery and historical change", *Surveying the archaeology of northwest Mexico* (Newell, G. y Gallaga, E. eds.), University of Utah Press, Utah, pp. 265-288.

BULLOCK, P., FEDEROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TURSINA T. y BABEL, U. (1999): *Manual para la descripción de secciones delgadas de suelos*, Colegio de Postgraduados, México.

CARMAGNANI, M. (2012): *Las islas de lujo. Productores exóticos, nuevos consumidores y cultura económica europea, 1650-1800*, El Colegio de México, México.

CARRACEDO, J.C. (2011): *Geología de Canarias I: origen, evolución, edad y volcanismo*, Rueda, España.

CARTER, J. (1982): "Spanish Olive Jars From Fermeuse Harbour, Newfoundland", *Material History Bulletin, National Museum of Canada* 16, pp. 99-108.

CHARLTON, T.H. y FOURNIER P. (2008): "Historical archaeology in Mexico", *The Encyclopedia of Archaeology* (Pearsall, D. M. ed.), Academic Press, Elsevier, Nueva York, pp. 182-192.

CHARLTON, T.H. y FOURNIER P. (2011): "Pots and plots. The multiple roles of early colonial red wares in the basin of Mexico (identity, resistance, negotiation, accommodation, aesthetic creativity, or just plain economics?", *Rethinking the Archaeology of Resistance to Spanish Colonialism in the Americas* (Liebmann, M. y Murphy, M., eds.), SAR Press, Santa Fe, pp. 127-148.

COLL CONESA, J. y GARCÍA PORRAS, A. (2010): "Tipología, cronología y producción de los hornos cerámicos en al-Andalus", *Arqueología Medieval* 3, http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/125/tipologia-cronologia-y-produccion-de-los-hornos-ceramicos-en-al-andalus.

COSTIN, C. (1991) "Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production", *Archaeological Method and Theory 3* (Schiffer, M., ed.), University of Arizona Press, Tucson, pp. 1-56.

CROUCHER, S. y WEISS, L. (2011): *The Archaeology of Capitalism in Colonial Contexts: Postcolonial Historical Archaeologies*, Springer, New York.

CRUZ, A. (2013): *Caracterización mineralógica (DXR, IR, SEM) de los sulfatos superficiales de dos jales históricos del distrito minero de Taxco*, Tesis de Licenciatura en Ingeniería Geológica, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, México.

CRUZ ZULUAGA, MA., ORTEGA L. A. y OLAZABAL A. A. (2010): "Influencia de la Composición de las Arcillas en la Estimación de las Temperaturas de Cocción Cerámicas Arqueológicas en Base a la Mineralogía", *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía Macla* 13, pp. 229-230.

CRUZ ZULUAGA, MA., ORTEGA L. A. y OLAZABAL A. A. (2012): "Influencia de la Naturaleza de los Desgrasantes en la Estimación de las Temperaturas de Cocción en Cerámicas Arqueológicas", *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía Macla* 16, pp. 30-31.

DE BENEDETTO, G., LAVIANO, R., SABBATINI L. y ZAMBONIN, P. (2002): "Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery", *Journal of Cultural Heritage* 3, pp. 177-186.

DIETLER, M. y HERBICH I. (1998): "Habitus, techniques, style: an integrated approach to the social understanding of material culture and boundaries", *The Archaeology of Social Boundaries* (Stark, M., ed.), Smithsonian, Washington, D.C., pp. 232-279.

DITTMAR, H. (2011): "Material and Consumer Identities", *Handbook of Identity Theory and Research* (Seth J. Schwartz, Koen Luyckx y Vivian L. Vignoles, eds.), Springer, pp. 745-790.

DOBRES, M. (2000): *Technology and Social Agency: outlining a practice framework for archaeology*, Blackwell.

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, pp. 177-201.

FERNÁNDEZ CALIANI, J.C. y PÉREZ MACÍAS, J.A. (2016): "Evidencias sobre el origen y composición de las materias primas cerámicas del Cerro del Moro (Nerva) a partir de las reacciones de formación de las fases de cocción", *Las minas de Riotinto en época Julio-Claudia* (Pérez Macías, J.A. y Delgado Domínguez, A., eds.), Universidad de Huelva, España.

FLAD, R. y HRBY Z. (2007): "Specialized" Production in Archaeological Contexts: Rethinking Specialization, the Social Value of Products, and the Practice of Production, *Archaeological Papers of the American Anthropological Association* 17:1, pp. 1-19.

FORD, B. (ed.) (2011): *The Archaeology of Maritime Landscapes*, Springer, Nueva York.

FOURNIER, P. (1990): *Evidencias arqueológicas de la producción de cerámica en México, con base en los materiales del ex-convento de San Jerónimo*, Colección Científica 213, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

FOURNIER, P. (1998): "Arqueología del colonialismo de España y Portugal: Imperios contrastantes en el Nuevo Mundo", *Boletín de Antropología Americana* 32, pp. 89-96.

FOURNIER, P. (2007): *Los hñähñü del Valle del Mezquital: Maguey, pulque y alfarería*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia- Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México, México.

FOURNIER, P., BLACKMAN, M.J. y BISHOP, R.L. (2009): "Empleo de análisis instrumentales de activación neutrónica (INAA) en el estudio del origen de la mayólica en México", *Arqueología* 42, pp. 151-165.

FOURNIER, P., BLACKMAN, M.J. y BISHOP, R.L. (2012): "La arqueología histórica, etnoarqueología y arqueometría aplicadas al estudio de las lozas vidriadas en México: Aproximaciones diacrónicas", *Haciendo arqueología. Teoría, métodos y técnicas* (Ladrón de Guevara, S., Budar, L. y Lunagómez, R., eds.), Universidad Veracruzana, Xalapa, México, pp. 131-153.

FOURNIER, P. y BISHOP, R. L. (2015): "Colonial pottery in Mexico", *GlobalPottery 1. Historical Archaeology and Archaeometry for Societies in Contact* (Buxeda, J., Madrid, M. I e Iñañez, J., eds.), BAR International Series 2761, Oxford, pp. 223-239.

FOURNIER, P. y VELASQUEZ, V. (2014): "Mexico: Historical Archaeology", *Encyclopedia of Global Archaeology* (Smith, C., ed.), Springer, New York, pp. 4850-4860.

FUNARI, P. A. F. y SENATORE, M. X. (2015): *Archaeology of Culture Contact and Colonialism in Spanish and Portuguese America*, Springer International Publishing, Switzerland.

GALLARDO, J. (2015): *The Soils of Spain*, Springer, New York.

GARRISON, E. (2016): *Techniques in Archaeological Geology*, Springer, New York.

GASCO, J. (1992): "Material culture and colonial Indian society in southern Mesoamerica: The view from Coastal Chiapas, Mexico", *Historical Archaeology* 26, pp. 67-74.

GESTOSO Y PÉREZ, J. (1903): *Historia de los barros vidriados sevillanos desde sus orígenes hasta nuestros días*, La Andalucía Moderna, Sevilla.

GIBBONS, W. y MORENO, T. (2002): *The Geology of Spain*, The Geological Society, London.

GOGGIN, J. (1960): *The Spanish olive jar. An introductory study*, New Haven, Yale University Publications in Anthropology 62, Yale.

GOMEZ, F.S., BUXEDA J., IÑAÑEZ. Y GLASCOCK M. (2015): "Local and European transport jars in Panama. Chemical and Mineralogical characterization", *GlobalPottery 1. Historical Archaeology and Archaeometry for Societies in Contact* (Buxeda J., Madrid M., Fernández I e Iñañez, J. G., eds.), BAR International Series 2761, Oxford, pp. 334-352.

GÓMEZ, F.S., MÜLLER, N. y KILIKOGLOU V. (2015): "High-performance transport jars for long-distance trading during the 16th Century", *GlobalPottery 1. Historical Archaeology and Archaeometry for Societies in Contact* (Buxeda J., Madrid M., Fernández I. e Iñañez J. G., eds.), BAR International Series 2761, Oxford, pp. 81-91.

GONZÁLEZ GARCÍA, F., GARCÍA RAMOS, G., ROMERO ACOSTA, V. y GONZALEZ RODRIGUEZ, M. (1988): "Arcillas empleadas en la fabricación del azulejo artístico de Sevilla. Propiedades y transformaciones por cocción. I. Materiales que contienen carbonato de calcio", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 27, vol. 4, pp. 215-223.

GOSSELAIN, O. P. (1992): "Technology and Style: potters and pottery among Bafia of Cameroon", *Man* 27, pp. 559-586.

GUARINELLO, N. (2005): "Archaeology and the Meanings of Material Culture", *Global Archaeological Theory. Contextual Voices and Contemporary Thoughts* (Funari, P., Zarankin A. y Stovel, E., eds.), Springer, New York, pp.19-27.

GUERRERO, S. (2014): *Producción cerámica de tradición indígena en lozas vidriadas en México durante los periodos Colonial y Republicano,* Tesis inédita de Maestría en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, ENAH, México.

GUERRERO, S. (2017): "Análisis tecnológico de la producción cerámica a través del procesamiento digital de imágenes: aportaciones desde la arqueología histórica", *Desenterrando fragmentos de Historia. Siglos XVI al XIX*. (López Camacho, M., coord.), Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH, México, pp. 317-401.

GUNDER FRANK, A. (1979): *La acumulación mundial, 1492-1789,* Siglo XXI, México.

GUTIÉRREZ, F., GUTIÉRREZ M., MARTÍN-SERRANO A. (2014): "The Geology and Geomorphology of Spain: A Concise Introduction", *Landscapes and Landforms of Spain* (Gutiérrez F. y Gutiérrez M., eds.), Springer, New York, pp. 1-23.

HALL, M. y SILLIMAN, S. (2006): *Historical Archaeology,* Blackwell, Malden.

HASCHKE, M. (2014): *Laboratory Micro-X-Ray Fluorescence Spectroscopy,* Springer, New York.

HERNÁNDEZ, G. (2012), *Ceramics and the Spanish conquest*, Brill, Leiden.

HERRERA TORRES, H. y ÁLVAREZ RAMÍREZ, J.A. (2000): "Ofrenda de tradición prehispánica localizada en el Paseo del Río San Francisco, Puebla", *Estudios Mesoamericanos* 2:3, pp. 1-15.

HUGHES, M.J. (2014): "Chemical Analysis of Pottery from the Tortugas Shipwreck (1622) by Plasma Spectrometry (ICPS)", *Odyssey Papers* 40, pp. 1-29.

INSOLL, T. (ed.) (2007): *The Archaeology of Identities a reader,* Routledge, London.

JAMES, S.R. (1988): "A reassessment of the chronological and typological framework of the Spanish olive jar", *Historical Archaeology* 22:1, pp. 43-63.

JENKINS, R. (1999): "X-Ray Diffraction", *X-Ray Diffraction Florescence Spectrometry*, Vol. 152, 2ª ed., John Willey & Sons, Hoboken.

JIMENEZ BETTS, P. F. (2018*): Orienting West Mexico. The Mesoamerican World System 200–1200 CE*, Gotarc series B, Gothenburg Archaeological Theses 71, University of Gothenburg, Sweden.

JIMÉNEZ SANCHO, A. (2000): "Rellenos cerámicos en las bóvedas de la Catedral de Sevilla", *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción: Sevilla 26 a 28 de octubre de 2000* (Gracini, A., coord.), Junta de Andalucía, pp. 561-568.

JIMÉNEZ SANCHO, A. (2017): *Informe preliminar. Intervención Arqueológica Preventiva. Seguimiento de los movimientos de tierra en la sacristía del Sagrario de la Catedral de Sevilla*, Informe técnico inédito, Sevilla.

KAPUR, S., MERMUT, A. y STOOPS, G. (2008): *New Trends in Soil Micromorphology,* Springer, New York.

KELLOWAY, S.J., CRAVEN, S., PECHA, M., DICKINSON, W.R., GIBBS, M., FERGUSON, T. y GLASCOCK, M.D. (2014): "Sourcing Olive Jars Using U-Pb Ages of Detrital Zircons: A Study of 16th Century Olive Jars Recovered from the Solomon Islands", *Geoarchaeology* 28, pp. 47-60.

KELLOWAY, S.J., FERGUSON, T.J., IÑAÑEZ, J.G., VANVALENBURGH, P., ROUSH, C.C., GIBBS, M. y GLASCOCK, M.D. (2016): "Sherds on the Edge: Characterization of 16th Century Colonial Spanish Pottery Recovered from the Solomon Islands", *Archaeometry* 58, pp. 549-573.

KEPECS, S. (2005): "Mayas, Spaniards and salt: world system shifts in sixteenth century Yucatán", *The Postclassic to Spanish-era transition in Mesoamerica: archaeological perspectives* (Kepecs, S. y Alexander, R., eds.), University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 117-137.

KINGSLEY, S., FLOW, J. GERTH, E. y LOZANO G. (2014): "Spanish Olive Jars from the Tortugas Shipwreck, Florida (1622)", *Odysey Papers* 38, recuperado de http://www.shipwreck.net/documents/OMEPapers38.pdf.

KNAPP, A. B. y DEMESCHITA, S. (2017): *Mediterranean Connections: Maritime Transport Containers and Seaborne Trade in the Bronze and Iron Ages*, Routledge, New York.

KOLB, C. (1989): "Ceramic ecology in retrospect: a critical review of methodology and results", *Ceramic ecology, 1988: current research and ceramic materials* (Kolb, C., ed.), British Archaeological Reports. International Series 513, Oxford, pp. 261-375.

LONEY, H. L. (2000): "Society and Technological Control: A Critical Review of Models of Technological Change in Ceramic Studies", *American Antiquity* 65:4, pp. 646-668.

LUNA ERREGUERENA, P. (2014): "Challenges as Stepping Stones: Mexico's Experience in Maritime Heritage Interpretation", *Between the Devil and the Deep. Meeting Challenges in the Public Interpretation of Maritime Cultural Heritage* (Scott-Ireton, D.A.), Springer, New York, pp. 189-196.

MAJEWSKI, T. y GAIMSTER, D. (eds.) (2009): *International Handbook of Historical Archaeology*, Springer, New York.

MALAFOURIS, L. (2008): "At the Potter's Wheel: An Argument *for* Material Agency", *Material Agency. Towards a Non-Anthropocentric Approach* (Knappett, C. y Malafouris, L., eds.), Springer, New York, pp. 19-38.

MARKEN, M. W. (1994): *Pottery from Spanish Shipwrecks, 1500–1800,* University of Florida Press, Gainesville.

MARTIN, C. J.M. (1979): "Spanish Armada Pottery", *International Journal of Nautical Archaeology* 8:4, pp. 279-302.

MATSON, F.R. (1965): "Ceramic ecology: An approach to the early cultures of the Near East", *Ceramics and Man* (Matson, F.R., ed.), Aldine, Chicago.

MONTESERÍN, V. y NAVARRO R. (2011): "Rocas y minerales industriales", *Cartografía de recursos minerales de Andalucía* (García Cortés, A., ed.), Instituto Geológico y Minero de España - Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, España, pp. 367-538.

MOYA SORDO, V. y REICHER, R. (2010): "El pecio Cuarenta Cañones. Joya arqueológica en

el Caribe mexicano", *Arqueología Mexicana* 102, pp. 70-75.

MILLER, H. (2007): *Archaeological Approaches to Technology,* Elsevier, Oxford.

MÜLLER, F. (1981): *Estudio de cerámica prehispánica y moderna de Tlaxcala,* Colección científica 103, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México

MONTÓN-SUBÍAS, S., CRUZ, M.B. y RUIZ, A.M. (eds.) (2016): *Archaeologies of Early Modern Spanish Colonialism*, Springer, New York.

NAVARRETE, C. (1966): "*The Chiapanec History and Culture",* Papers of the New World Archaeological Foundation 21, Pub. No. 16, Brigham University, Utah.

OSTROOUMOV, M. (1999): *Técnicas analíticas en la investigación de minerales,* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH, Morelia.

PALKA, J. (2005): *Unconquered Lacandon Maya: Ethnohistory and Archaeology of Indigenous Culture Change*, University Press of Florida, Gainesville.

PALKA, J. (2009): "Historical archaeology of indigenous culture change in Mesoamerica", *Journal of Archaeological Research* 17, pp. 297-346.

PASINSKI, T. y FOURNIER, P. (2014): "Ceramics: The Ibero-American Shipping Container", *Encyclopedia of Global Archaeology* (Smith, C., ed.), Springer, New York, pp. 1344-1325.

POUNDS, N. (1992): *La vida cotidiana. Historia de la cultura material*, Crítica, Barcelona.

QUINTERO, P. (2010): "Notas sobre la teoría de colonialidad del poder y la estructuración de la sociedad en América Latina", *Papeles de Trabajo. Centro de Estudios Interdisciplinarios en Etnolingüistica y Antropología Socio-Cultural* 19, pp. 1-15.

QUIJANO, A. (2000): "Colonialidad del Poder y Clasificación Social", *Journal of World-Systems Research* 6:2, pp. 342-386.

QUINN, P. (2013): *Ceramic Petrography. The interpretation of Archaeological Pottery & Artefacts in Thin Section,* Arqueopress, Oxford.

RAITH, M., RASSE, P. y REINHARDT, J. (2012): *Guía para la Microscopía de Minerales en Lámina Delgada*, E-Book.

RICE, P. (1987): *Pottery Analysis, a Sourcebook,* University of Chicago Press, Chicago.

RIEDERER, J. (2004): "Thin Section Microscopy Applied to the Study of Archaeological Ceramics", *Hyperfine Interactions* 154, pp. 143-158.

RODRÍGUEZ-ALEGRÍA, E. (2016): *The Archaeology and History of Colonial Mexico. Mixing Epistemologies,* Cambridge University Press, New York.

RODRÍGUEZ LOSADA, J.A. y HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, L.E. (2013): "Entorno geológico y materiales en las islas volcánicas. El archipiélago canario", *Métodos, Técnicas y Experiencias en las islas Canarias* (Santamarta Cerezal, J.C., coord.), Colegio de Ingenieros de Montes, Canarias, pp. 49-64.

RYE, O. (1981): *Pottery technology*, Taraxacum, Washington D.C.

SAHLINS, M. (1972): *Stone Age Economics*, Aldine, Athertone Inc., Chicago.

SASSOON, H. (1981): "Ceramics from the Wreck of a Portuguese Ship at Mombasa", *Azania* 16, pp. 171-179.

SMITH, B. (1999): *Infrared spectral interpretation: a systematic approach,* Boca Raton, CRC Press.

SMITH, R. C., BRATTEN, J. R., COZZI, J. y PLASKETT, K. (1998): *The Emanuel Point Ship: Archaeological Investigations, 1997-1998,* Report of Investigations 68, Archaeology Institute, University of West Florida, Pensacola.

SCHIFFER, M.B. (2016): *Behavioral Archaeology: Principles and Practice*, Routledge, London.

SEN, G. (2014): *Petrology. Principles and Practice,* Springer, New York.

SILVA, R. C., CASIMIRO, T. M. y NEWSTEAD, S. (2018): *Portuguese olive jars: Production and Distribution*, Ponencia inédita presentada en el 51st Annual Conference on Historical and Underwater Archaeology, Nueva Orleans.

SPORES, R. (1969): "Exploraciones arqueológicas en el Valle de Nochixtlán", *Boletín INAH* 37, pp. 35-43.

THOMAS, N. (2007): "Colonialism, Collective Action, and Analysis of Technological Style", *Stanford Journal of Archaeology* 5, pp. 203-223.

UNDERHILL, A. (2002): *Craft Production and Social Change in Northern China,* Springer, New Yok.

VAN BUREN, M. (2010): "The archaeological study of Spanish colonialism in the Americas",

Journal of Archaeological Research 18, pp. 151-201.

VEGA, S. de la, CASTAÑEDA-GÓMEZ DEL CAMPO, A., JIMÉNEZ-REYES, M., TELLEZ-NIETO, A. y TENORIO, D. (2013): "Majolica ware in the New Spain: an evaluation through NAA", *Journal of Radioanalytican and Nuclear Chemistry* 298, pp. 1835-1844.

VELASQUEZ, V. y FOURNIER, P. (2015): "Cultura material, identidad y botijas en Nueva España", *Enfoques en torno a la Arqueología Histórica de Mesoamérica. Homenaje a Thomas H. Charlton* (Fournier, P. y Wisheu, W., coords.), Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, pp. 150-153.

VELASQUEZ, V. y SALGADO-CEBALLOS, C. (en prensa): "Spanish olive jars in Campeche: Preliminary chemical characterization and provenance identification of early modern transport vessels in the Yucatán Peninsula (Mexico)", *Journal of Archaeological Science: Reports,* http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.10.007

WALLERSTEIN, I. (1989): *El Moderno Sistema Mundial*, Siglo Veintiuno Editores, México.

WETHERELL, N. (1982): "Cross Cultural Studies of Minimal Groups: Implications for the Social Identity Theory of Intergroup Relations", *Social Identity and Intergroup Relations* (Tajfel, H., ed.), Cambridge University Press, pp. 207-2140.

WENK, H. y BULAKH, A. (2007): *Minerals. Their constitution and origin,* Cambridge University Press, Cambridge.

WHITBREAD, I. (1989): "A Proposal for the Systematic Description of Thin Sections towards the Study of Ancient Ceramic Technology", *Archaeometry: Proccedings of the 25th International Symposium* (Maniatis, Y., ed.), Elsevier, Amsterdam, pp. 127-138.

WOLF, E. (1987): *Europa y la gente sin historia*, Fondo de Cultura Económica, México.

ZEITLIN, J. (2005): *Cultural politics in colonial Tehuantepec. Community and state among the Isthmus Zapotec, 1500-1750*, Stanford University Press, Stanford.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada es una revista anual del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. Solo se admiten textos originales en español que no hayan sido o vayan a ser publicados. La revista utilizará un sistema anónimo de evaluación externa para los trabajos que sean presentados para su publicación.

Idiomas de publicación: lenguas aceptadas

La Revista publicará sus contenidos en alguno de los siguientes idiomas:

- Español
- Inglés
- Sólo en casos de especial relevancia científica el Comité de Redacción podrá aceptar trabajos en otras lenguas (alemán, catalán, francés, gallego, italiano y portugués principalmente)

Manual de estilo para la preparación de manuscritos

Para los artículos y documentos en la primera página aparecerá el título en mayúsculas y su traducción al inglés, francés o español, seguido del nombre/s del autor/es con un asterisco que remitirá a una nota a pié de página en donde se indicará la dirección completa de la institución donde trabaja o del domicilio particular, así como la dirección electrónica.

A continuación se incluirá un resumen en español y en inglés o francés con una longitud entre 100-150 palabras junto a unas palabras clave (máximo 8). En las recensiones se incluirá en la primera página la información bibliográfica completa de la obra recensionada y al final del texto el nombre y dirección del autor de la recensión.

En la organización de apartados y subapartados del texto se seguirán las siguientes convenciones:

APARTADOS: en mayúscula, negrita y justificados a la izquierda.
Subapartados: en minúscula, negrita y justificados a la izquierda.
Segundos subapartados: en minúscula, cursiva y justificados a la izquierda.

Deberán evitarse numerosas y largas notas a pie de página.

Si es necesario un apartado de agradecimientos éste se situará al final del texto con anterioridad a la bibliografía.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Mayúsculas acentuadas.
2. Latinismos en cursiva *(et al.*, *in situ*…).
3. Abreviaciones sin puntos (ONU, UNESCO…)
4. Los fragmentos transcritos literalmente deberán aparecer entrecomillados.

Referencias bibliográficas

La citas se realizarán en el texto siguiendo los siguientes criterios: Se incluirá entre paréntesis y en minúsculas el apellido/s de los autores. En el caso de más de dos autores se incluirá *et al.* A continuación y separado por coma se indicará el año, y, en su caso, la/s página/s separada por doble punto. Cuando se cite más de una obra deberán aparecer en orden de publicación y separadas por punto y coma. Ejemplos: (Schiffer, 1987:45) (Nájera y Molina, 1977, 1979) (Arribas *et al.*, 1983) (Nájera y Molina, 1977; Arribas *et al.*, 1983; Schiffer, 1987:45).

Las referencias deberán aparecer listadas al final del texto con sangría francesa y por orden alfabético siguiendo las siguientes normas: apellido/s del autor/es en mayúscula separado por una coma de la inicial del nombre y año de publicación entre paréntesis, en su caso seguido de letras a, b, c, etc. Separado por doble punto aparecerá el título entrecomillado. Los títulos de libro, monografía, actas o revistas irán en cursiva y sin abreviar. En publicaciones con editores científicos estos aparecerán en minúscula y entre paréntesis tras el título. A continuación se indicará para libros la editorial y lugar de edición, para revistas el volumen y páginas, y para las actas de congresos, el lugar y fecha de celebración, lugar de edición y páginas. En el caso de ediciones electrónicas se indicará la dirección web y cuando no exista doi o url estable la fecha en que se ha realizado la consulta.

Ejemplos:

SCHIFFER, M. B. (1987): *Formation Processes of the Archaeological Record*, University of New Mexico Press, Albuquerque.

NÁJERA, T., MOLINA, F., DE LA TORRE, F., AGUAYO, P. y SÁEZ, L. (1979): "La Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real). Campaña de 1976", *Noticiario Arqueológico Hispánico* 6, pp. 1950.

GONZÁLEZ, P. y PICAZO, M. (2005): "Arqueología de la vida cotidiana", *Arqueología y Género* (Sánchez, M., ed.), Universidad de Granada, Granada, pp. 141-158.

ARRIBAS, A. y SÁNCHEZ, J. M. (1970): "La necrópolis megalítica del pantano de los Bermejales (Arenas del Rey, Granada)", *XI Congreso Nacional de Arqueología* (Mérida, 1969), Zaragoza, pp. 284-291.

Ilustraciones

Deberán distinguirse ente figuras y tablas numeradas en arábigo y láminas numeradas en romano. Las figuras se entregarán en soporte original con escala gráfica o indicación del norte geográfico en caso de mapas/planos. Las láminas deben tener

la máxima calidad posible y se entregarán en formato digital. Ninguna ilustración se compondrá dentro del texto sino que se entregarán por separado. Los pies de figuras, tablas y láminas se incluirán en una hoja independiente con los datos completos de identificación.

Tipos, estructura y extensión de las contribuciones

Artículos de la sección monográfica

Son consecuencia de investigaciones originales, cuyos resultados y conclusiones suponen un avance para la disciplina en el tema concreto del que se ocupa el monográfico. Su extensión máxima será de 12.000 palabras y el contenido del artículo ha de ajustarse esencialmente a la siguiente estructura:

- Introducción: Se enuncia el tema de investigación (*¿Qué?*), especificando su justificación y alcance desde el punto de vista de su trascendencia para la solución de problemas o de su aportación para el avance del conocimiento (*¿Por qué?*) y se fijan claramente los objetivos y finalidades del trabajo (*¿Para qué?*). Asimismo se expone, de manera concisa, el estado de la cuestión. Así encontraremos respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué se ha dicho antes? ¿qué se ha investigado en este campo? ¿cómo se ha hecho? ¿qué resultados se han alcanzado?. Se redacta de forma que se despeje la duda acerca de la novedad y originalidad del tema, se fijen los antecedentes y se ubique teóricamente el problema.
- Metodología: Pretende responder a la pregunta: *¿Cómo hemos desarrollado la investigación?* Implica la descripción pormenorizada de los materiales, criterios y procedimientos que se han empleado en la investigación. La finalidad de esta operación es informar sobre el proceso de investigación llevado a cabo, para que pueda ser repetido por otro investigador.
- Resultados: el contenido de este apartado responde a la pregunta *¿Qué hemos encontrado?* Es importante identificar y describir los hallazgos de manera inteligible y concisa. Por ello, cuando sea posible, se emplearán tablas, gráficos o esquemas que muestren los resultados de "un vistazo".
- Discusión y conclusiones: Son las secciones donde se procede al análisis e interpretación de los resultados. Mediante la agrupación, ordenación, clasificación y comparación de los datos se pueden esclarecer los hallazgos, verificar o refutar las hipótesis, deducir consecuencias, resolver problemas, sugerir nuevos caminos. En definitiva, en este apartado se responderán las siguientes preguntas: ¿Qué significa lo que hemos encontrado? ¿Cómo se relaciona con lo que otros habían ya encontrado? ¿Cómo se inserta en lo ya conocido? ¿qué aplicaciones tiene? ¿Qué aporta? ¿Qué exigencias plantea en el futuro?
- Referencias bibliográficas de los documentos utilizados para la realización del estudio.

Artículos de la Sección "Documento Arqueológico"

Son fruto de la investigación realizada sobre un tema concreto, en la que se reúnen, analizan y discuten problemas concretos de índole empírica o teórica. Su finalidad es proporcionar nuevos datos y/o abrir nuevas vías de discusión.

En este tipo de artículos se deben tener en cuenta todos los trabajos esenciales publicados que han tratado previamente el tema objeto de estudio, o que lo hubieran debido hacer.

Su extensión máxima será de 8.000 palabras, y se organizará de acuerdo con la estructura ya referida anteriormente.

Recensiones y crónica científica

En este tipo de textos se describe y analiza, de forma sucinta, una obra de reciente publicación que resulta de interés para la disciplina o una reunión científica de especial impacto.

Su extensión máxima será de 2.000 palabras y se articulará mediante la siguiente estructura:

- Datos bibliográficos: nombre y apellido del autor, título de la obra, la ciudad donde se editó, nombre de la editorial, fecha de edición, número de páginas e ISBN.
- Resumen expositivo: en el que se reflejen brevemente la temática, los contenidos, el estilo, la estructura y las ideas principales del texto.
- Comentario crítico: se trata de una valoración argumentada de la obra tanto a nivel interno como contextual. Es decir, un análisis interno de los puntos descritos en el resumen expositivo; y otro análisis contextual acerca de la actualidad y pertinencia de aquellos aspectos que sirven para destacar la relevancia de la obra en relación con otros libros e investigaciones.

Envíos, proceso editorial de los manuscritos y sistema de arbitraje

Direcciones de envío y formas de presentación de manuscritos

La sumisión de manuscritos se realizará preferentemente mediante el sistema on-line OJS *(Open JournalSystem);* los textos deben enviarse accediendo a Registro, donde los autores deberán darse de alta con un usuario y seguir las instrucciones ahí presentadas. Si tiene alguna consulta durante el proceso, contacte a revistacpag@gmail.com

Únicamente se aceptará el envío de manuscritos mediante e-mail cuando, por causas ajenas al autor, la sumisión mediante OJS no haya sido posible. En este caso los manuscritos se enviarán a la dirección de correo electrónico revistacpag@gmail.com

En el caso de envíos en papel se deberán remitir dos copias impresas siguiendo las normas de estilo ya referidas, junto con los ficheros digitales correspondientes. Se aceptan los siguientes formatos de archivo para el envío de manuscritos:

- Formato DOC en caso de utilizar el procesador de textos MS Word.
- Formato RTF en caso de utilizar otro procesador de texto.

Las figuras, tablas y láminas se entregarán separadas del texto. Se incluirá un CD-Rom con todos los archivos informáticos, que se enviará a la siguiente dirección:

Secretaría de la revista Cuadernos de Prehistoria y Arqueología
Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Campus Cartuja s/n
18170 Granada

Declaración de originalidad y cesión de derechos

Para que un original sea considerado para su posible publicación en la revista *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de* Granada los autores tienen que completar y firmar el documento de declaración de originalidad y cesión de derechos que está presente en la página web de la revista.

Etapas del proceso editorial

Los originales que se envíen para su publicación serán sometidos a un proceso editorial que se desarrollará en varias fases hasta convertirse en un artículo publicado.

1. Recepción y acuse de recibo

Se enviará al autor un correo electrónico a modo de acuse de recibo.

2. Evaluación preliminar

El manuscrito será objeto de una evaluación preliminar por parte de los miembros del Consejo de Redacción, quienes comprobarán que se respetan las normas de estilo, y determinarán si su contenido encaja en las temáticas de *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.*

3. Revisión por pares: sistema doble ciego

Una vez establecido que el contenido del manuscrito cumple con los requisitos formales y temáticos, será enviado a un mínimo de dos pares, quienes, ateniéndose a lo especificado en la Guía para evaluadores, emitirán un informe rellenando el Formulario de evaluación.

4. Comunicación de resultados al autor

Se comunicarán al autor de manera inmediata los resultados del proceso de evaluación, que serán inapelables. De la misma manera se le notificarán todas las

modificaciones que, en su caso, deba hacer para elaborar la versión definitiva del manuscrito.

5. Composición de galeradas

A partir de dicha versión definitiva, se compondrá la galerada y se enviará esta al autor para que pueda revisarla por última vez.

6. Publicación definitiva

Si el autor no introduce ningún cambio en la galerada, se procederá a la publicación del artículo en papel y en el sitio web de la revista.

Los autores serán informados acerca del estado en el que se encuentra su manuscrito mediante las notificaciones y correos electrónicos que el sistema OJS genera durante todo el proceso editorial.

Información adicional puede encontrarse en la página web de la Revista.

Criterios para la aceptación de trabajos

Los factores en los que se funda la decisión sobre la aceptación-rechazo de los trabajos por parte de los editores de la Revista son los siguientes:

1. Se valoran conjuntamente la originalidad, novedad y relevancia de la investigación llevada a cabo. Es decir, un enfoque original y novedoso no es condición suficiente para comunicar la investigación llevada a cabo; además debe resultar de interés para la disciplina.
2. Significación de la investigación para el avance científico, social y cultural.
3. Fiabilidad y validez científica tanto de las fuentes consultadas como de los métodos empleados para el desarrollo de la investigación.
4. Redacción adecuada, organización lógica y presentación material del manuscrito.

Información sobre el sistema de arbitraje

Los trabajos recibidos serán sometidos a revisión por un mínimo de dos evaluadores externos de rango académico igual o superior al autor. En caso de discrepancia entre resultados, el texto será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá su publicación.

Se tendrá en cuenta que los revisores no pertenezcan a la misma universidad que el autor ni hayan dirigido su tesis doctoral.

El sistema de revisión será doble ciego, es decir que la identidad de los autores y revisores se desconoce por ambos lados.

Los revisores, ateniéndose a lo especificado en la Guía para evaluadores, emitirán un informe rellenando el Formulario de evaluación.

La selección de revisores es competencia del Consejo de Redacción de la revista, quienes tienen en cuenta sus méritos académicos, científicos y la experiencia profe-

sional, incluyendo especialistas tanto de origen nacional como internacional. Entre los revisores podrán figurar miembros del Comité Asesor.

Información adicional puede encontrarse en la página web de la Revista.

Intercambio, suscripción y venta

Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada se intercambia con cualquier revista de Prehistoria, Arqueología, Etnografía o áreas de conocimiento afines. Las solicitudes de intercambio deberán enviarse a la dirección anteriormente indicada. Las solicitudes de suscripción o venta se dirigirán a la Editorial de la Universidad de Granada.

CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA **CPAG**
N.º 27, 2017, 428 pp.
Editores: GABRIEL MARTÍNEZ FERNÁNDEZ y NATALIA N. SKAKUN
ISSN: 2174-8063

SUMARIO

MONOGRÁFICO
INTEGRATED EXPERIMENTAL-TRACEOLOGICAL STUDY OF ANCIENT TOOLS (Dedicated to Galina F. Korobkova and George H. Odell)

GABRIEL MARTÍNEZ FERNÁNDEZ y NATALIA N. SKAKUN: *Presentación*

ASUMPCIÓ VILA MITJÀ: *Análisis funcional y Etnoarqueología: una síntesis experimental*

IGNACIO JESÚS CLEMENTE CONTE: *El porqué y para qué de la 'Traceología' en la Arqueología prehistórica*

NATALIA B. AKHMETGALEEVA y YURI E. DEMIDENKO: *Hunting projectile weaponry of Byki late upper Paleolithic sites (center of Eastern Europe): The co-coexistence of bone and flint points*

MAŁGORZATA WINIARSKA-KABACINSKA: *Animal perforated teeth deposit from magdalenian site at Wilczyce (southeastern Poland). What they were used for? A Use-wear case study*

GRZEGORZ OSIPOWICZ y DOROTA NOWAK: *Complexity of use-wear traces formed on flint projectile points - A voice in discussion*

NATALIA SKAKUN, IRINA PANTYUKHINA, VERA TEREKHINA y YURI VOSTRETSOV: *Use-wear and residue analysis of stone tools used by earliest farmers at the Klerk-5 site in Primorye (Russia) (Preliminary results)*

ROZA ARAZOVA and NATALIA N. SKAKUN: *The oldest harvesting tools of Azerbaijan (according to experimental-traceological research)*

KETEVAN ESAKIA: *Revisiting the role of the form and function of ancient tools (based on materials from the site Aruchlo I, Georgia)*

NATALIA SKAKUN, BORYAN MATEVA y VERA TEREKHINA: *Production and use of long blades during the Chalcolithic in North-Eastern Bulgaria*

SHOH YAMADA: *Right or left? Front or back? Use-wear analysis of flint sickles in the biblical period of the Levant*

ALBA MASCLANS, ANTONI PALOMO y JUAN GIBAJA: *Functional studies of Neolithic stone axes and adzes. Experimental program and archaeological applications*

MIKHAIL G. ZHILIN: *Bone massive Spear heads in the Mesolithic of Western Russia (Technological and Functional Study)*

MIKOŁAJ LISOWSKI, KATARZYNA PYŻEWICZ y MATEUSZ FRANKIEWICZ: *Multi-Aspect Analysis of Neolithic Bone Tools from Kopydłowo, Site 6, Poland*

MILLÁN MOZOTA, MIRIAM DE DIEGO, IZARO QUEVEDO y JUAN FRANCISCO GIBAJA: *Nuevos aportes desde la experimentación al estudio funcional del utillaje óseo neolítico*

DAVID CUENCA SOLANA e IGNACIO CLEMENTE CONTE: *Pasado, presente y futuro del análisis funcional aplicado al estudio de los instrumentos de concha prehistóricos*

CARMEN GUTIÉRREZ SÁEZ, PEDRO MUÑOZ MORO, CRISTINA LÓPEZ RODRÍGUEZ e IGNACIO MARTÍN-LERMA: *Perforación manual* versus *perforación mecánica en la Prehistoria. Aportaciones desde la Traceología*

EL DOCUMENTO ARQUEOLÓGICO

RAIMON GRAELLS I FABREGAT: *El casco de hierro de la tumba 27 de Galera*

FEDERICO MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, MANUEL MÁRQUEZ CRUZ y CARLOS E. SAROMPAS CAZORLA: Tituli picti *en ánforas olearias béticas alusivos a la* statio sel *y a la* statio sex, *hallados en el Monte Testaccio de Roma, y su contexto geo-histórico*

PATRICIA FOURNIER G., SAÚL ALBERTO GUERRERO RIVERO, JOHN CARPENTER SLAVENS y SERGEY SEDOV: *Caracterización arqueométrica en el estudio de tecnologías productivas: contenedores cerámicos en México y Andalucía durante el periodo virreinal*

GEPRAN HUM 274

eug EDITORIAL UNIVERSIDAD DE GRANADA

DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA

ISSN: 2174-8063
2174 8066