

ARTÍCULO

Nuevas evidencias de molienda en la Cultura de El Argar a través del análisis de fitolitos y del estudio funcional de los útiles macrolíticos de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)

New evidence of grinding in the Argaric culture through phytolith analysis and a functional study of macrolithic tools from Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)

Victoria García-Martínez

Universidad de Granada, España

Autora de correspondencia: victoriagarmar@ugr.es, <https://orcid.org/0009-0002-8791-3525>

Francisco Martínez-Sevilla

Universidad de Alcalá, España

f.martinezs@uah.es, <https://orcid.org/0000-0002-1385-3585>

Marta Portillo

Institución Milá y Fontanals de Investigación en Humanidades (IMF-CSIC), España

mportillo@imf.csic.es, <https://orcid.org/0000-0002-2703-031X>

Francisco Contreras Cortés

Universidad de Granada, España

fccortes@ugr.es, <https://orcid.org/0000-0002-2997-2079>

Resumen: El Argar (2250-1450 cal a. C.) es una de las culturas arqueológicas más destacadas de la Edad del Bronce en el sureste peninsular. La producción agrícola debió tener un papel fundamental en la subsistencia de las poblaciones argáricas, siendo los útiles de molienda los elementos que proporcionan una mayor información sobre el procesado de alimentos de origen vegetal. En el yacimiento de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén) se conserva un amplio conjunto de útiles macrolíticos que ofrecen evidencias directas sobre esta actividad. En este trabajo se presenta su análisis tecnológico y funcional, incluyendo el análisis de microrrestos silíceos y calcíticos. Los artefactos estudiados pertenecen a dos fases de ocupación, que abarcan un intervalo temporal de ca. 300 años (1950/1900-1750/1600 cal a. C.). Los resultados relacionan los útiles de molienda de Peñalosa con la molturación de cereales, planteando nuevas líneas de investigación sobre la preparación de alimentos.

Palabras clave: El Argar; Peñalosa; utillaje macrolítico; fitolitos; estudio funcional.

Abstract: El Argar (2250-1450 cal BC) is one of the most outstanding archaeological cultures of the Bronze Age in the southeastern Iberian Peninsula. Agricultural production must have played a fundamental role in the subsistence of Argaric populations, with grinding tools providing the most direct evidence of plant food processing. At the site of Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), a large assemblage of macrolithic tools has been preserved, providing direct evidence of grinding activities. This paper presents their technological and functional analysis, including the study of siliceous and calcitic microremains. The macrolithic assemblage studied belongs to two occupational phases, within a time span of approximately 300 years (1950/1900-1750/1600 cal BC). The results relate the Peñalosa grinding tools to cereal processing, opening up new avenues for research into food preparation practices.

Keywords: Argaric culture; Peñalosa; macrolithic tools; phytoliths, functional analysis.

Recibido: 09-07-2025 / **Aceptado:** 23-02-2026 / **Publicado:** 14-07-2026

Cómo citar: García-Martínez, V., Martínez-Sevilla, F., Portillo, M. y Contreras Cortés, F. (2026). "Nuevas evidencias de molienda en la Cultura de El Argar a través del análisis de fitolitos y del estudio funcional de los útiles macrolíticos de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". *Trabajos de Prehistoria*, 83 (1): 1069. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.2026.1069>.

Copyright: © 2026 Editorial CSIC. Este es un contenido de acceso abierto diamante distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Información complementaria ↓

1. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1970, el análisis de microrrestos fósiles en útiles macrolíticos ha permitido comprender mejor su funcionalidad y las actividades de procesado de alimentos. Este enfoque metodológico integra el análisis de microrrestos vegetales, tales como fitolitos, almidones y pólenes con el estudio tecnológico y funcional del utillaje (Clemente *et al.*, 2002; Pearsall *et al.*, 2004; Perry, 2004; Piperno *et al.*, 2004; Portillo *et al.*, 2013, 2024; Alday *et al.*, 2014; Fullagar *et al.*, 2016; Henry, 2020; Cristiani y Zupancich, 2021; Hamon, 2022; entre otros).

Los análisis de fitolitos son fundamentales para comprender la explotación de las gramíneas vegetales y domésticas y caracterizar las diversas etapas del procesamiento y la transformación de productos vegetales, en las que tanto aproximaciones etnoarqueológicas como experimentales resultan esenciales (Ball *et al.*, 2016; Gadekar *et al.*, 2023; Harvey y Fuller, 2005; Portillo *et al.*, 2017b; Zurro, 2006). Al igual que el resto de las disciplinas arqueobotánicas, el registro de fitolitos no permite la identificación de la totalidad de los vegetales explotados, ya que no todas las plantas ni partes de las mismas producen estas estructuras, pero complementa y suplementa otras fuentes de datos (Piperno, 2006). En particular, los fitolitos reproducen el tejido celular de las plantas, por lo que representan partes anatómicas que con otro tipo de aproximaciones pueden ser invisibilizadas, además de ser altamente resistentes a procesos deposicionales y postdeposicionales. Los estudios de fitolitos permiten identificar espacios destinados a actividades de molienda y procesado, así como llegar a resoluciones taxonómicas a nivel de especie a través de análisis morfométricos, fundamentalmente en el caso de los cereales, aunque solo son aplicables cuando el estado de preservación es excepcional (Ball *et al.*, 2009; Ball *et al.*, 2016; Portillo *et al.*, 2019).

Los molinos de mano son útiles comunes en yacimientos de la Prehistoria Reciente y reflejan la importancia que para las sociedades agropecuarias tuvo el consumo de productos derivados de diferentes vegetales. Estos útiles y las actividades de molienda han sido estudiados en diferentes yacimientos del sureste de la península ibérica. Se han clasificado y analizado registros pertenecientes al Neolítico Reciente, la Edad del Cobre y del Bronce (Risch, 1995, 2002, 2008; Delgado-Raack, 2008, 2013; Aranda *et al.*, 2012; Delgado-Raack y Risch, 2015, 2016; Martínez-Sevilla *et al.*, 2020).

En la Edad del Bronce del sureste de la península ibérica, durante la denominada Cultura de El Argar (2250-1450 cal a. C.), se ha identificado un aumento de los útiles macrolíticos, en especial los relacionados con la molienda de cereal y con las actividades metalúrgicas (Risch, 1995). Simultáneamente, se produce una reducción de los útiles líticos vinculados a las actividades de corte, incluidos aquellos asociados a la siega y la trilla del cereal (Clemente *et al.*, 1999; Gibaja *et al.*, 2002). Esta casuística se ha observado también en el poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), donde el instrumental macrolítico es el más abundante (Carrión, 2000).

El objetivo de este trabajo es el estudio de las actividades de molienda en este asentamiento de la Edad del Bronce desde una perspectiva integral. El análisis realizado incluye, por primera vez, la clasificación

tipológica, la tecnología de elaboración y la funcionalidad de útiles macrolíticos, así como el análisis de microrrestos vegetales.

2. EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO: EL ASENTAMIENTO DE PEÑALOSA

El yacimiento de Peñalosa se ubica en el término municipal de Baños de la Encina (Jaén). Está circundado por el río Rumblar y el arroyo Salsipuedes. Desde 1941 el valle que conforman estos ríos se halla inundado por el embalse del Rumblar (Fig. 1.A). Se inserta en la formación geológica de Sierra Morena, concretamente en un alargado plutón granítico (batolito de los Pedroches) (Vera, 1994; García *et al.*, 2010) sobre esquistos del Carbonífero. En origen, el yacimiento se encontraba circundado por un entorno boscoso dominado por encinas y alcornoques (Peña-Chocarro, 2000a, 2000b; Rodríguez, 2010).

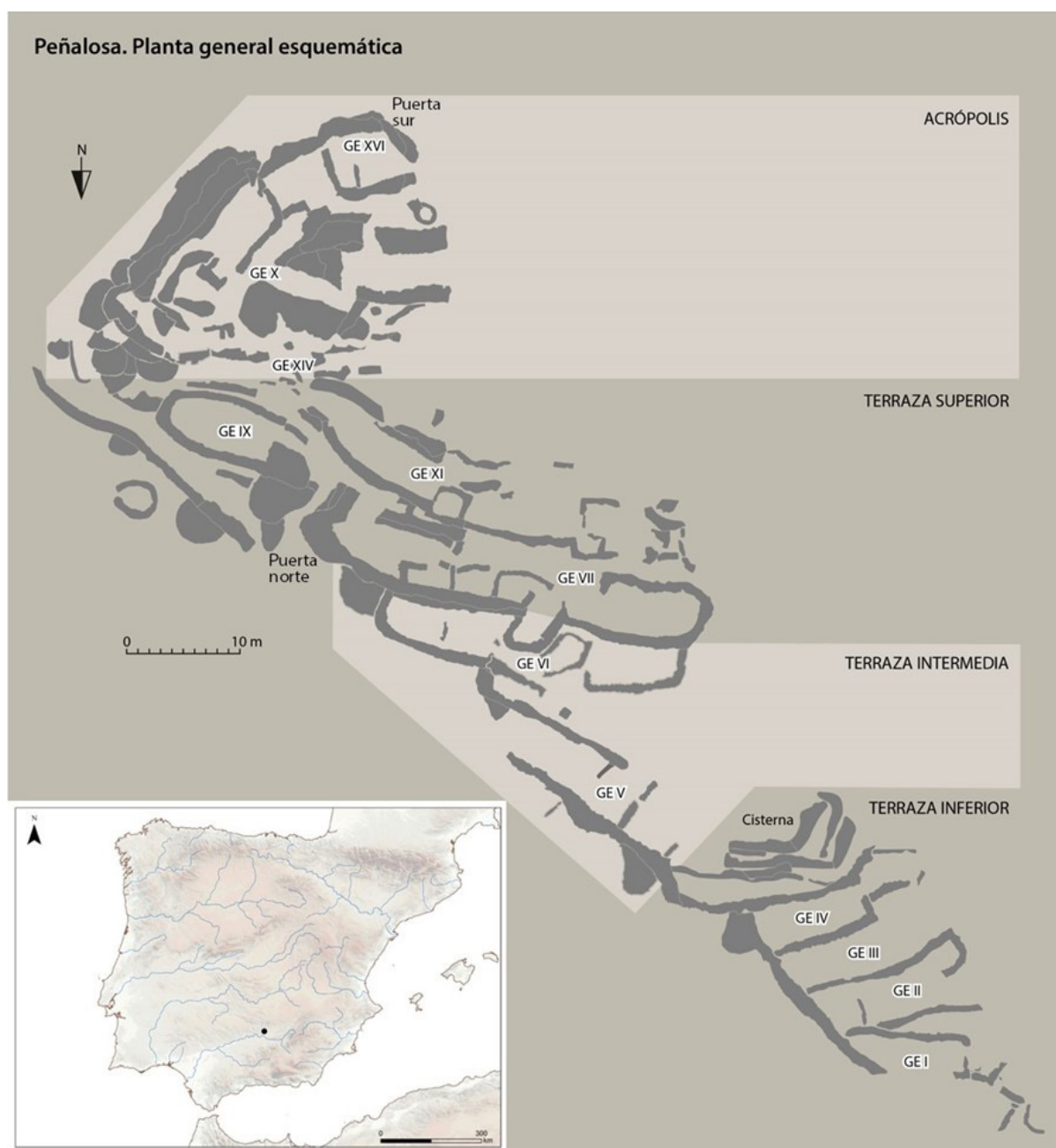


Figura 1. A) Ubicación de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén) en la península ibérica. B) Plano estructural del asentamiento (GEPRAN, Proyecto Peñalosa).

Peñalosa se sitúa en altura, rodeado de una muralla con bastiones adosados en la zona norte y este, mientras que las zonas sur y oeste están protegidas por defensas naturales. Espacialmente, el poblado se organiza en una zona central elevada, denominada Acrópolis, y en tres niveles de aterrazamiento artificial sobre las laderas norte y sur, que generan una terraza inferior, una media y una superior (Contreras *et al.*, 2014). Además, en la ladera norte, se ha documentado una gran cisterna para la recogida de agua, posiblemente destinada al aporte de toda la comunidad (Moreno *et al.*, 2008). Asimismo, se ha interpretado que diversas zonas funcionarían como áreas de circulación conectando distintos espacios de las laderas. Finalmente, se han localizado dos puertas de acceso al poblado de gran envergadura, una en la ladera norte y otra en la sur (Contreras, 2012) (Fig. 1.B).

El poblado se funda durante la Edad del Bronce, con tres fases diferenciadas:

- Fase IIIB (1950-1900 cal a. C.): la más antigua, del Bronce Pleno, con una ocupación de la Acrópolis y la Terraza Superior.
- Fase IIIA (1900-1750/1600 cal a. C.): se caracteriza por la construcción de viviendas en las Terrazas Media e Inferior y por ser el momento de máxima expansión del yacimiento, truncada por un gran incendio.
- Fase IIIO (1600-1450 cal a. C.): corresponde a la reestructuración de la zona de la Acrópolis, con la edificación sobre las estructuras de la Fase IIIA (Contreras *et al.*, 2014).

En el yacimiento se identifican diversos Complejos Estructurales (CE) que componen diferentes Grupos Estructurales (GE). El CE Xi es un área de habitación con varias estancias situada en el margen más occidental de la Acrópolis este. Muestra dos claros momentos de habitación: la Fase IIIA y la Fase IIIO. En la Fase IIIA contó con un suelo de barro anaranjado compacto en el que destaca una estructura de molienda y una sepultura. En su pared quedan las improntas de vigas de alcornoque empotradas. Tras un fuerte derrumbe se construyó el suelo de la Fase IIIO sobre el que se puede apreciar la existencia de una estructura de molienda, varias vasijas de almacenamiento y la utilización del mismo sistema de sustentación de la techumbre.

El CE XIg es un espacio doméstico ubicado en la Terraza Superior. En la Fase IIIA destacan una serie de estructuras sobre un pavimento, que han sido relacionadas principalmente con actividades de mantenimiento, desde el almacenaje hasta el consumo de alimentos. En la Fase IIIO se documentó una estructura de banco.

El CE XIVb es un distribuidor espacial que comunica la Terraza Superior con la Acrópolis y se asocia a la Fase IIIA. Está conformado por la pared de la roca cortada verticalmente y por un muro de mampostería.

Los CE XVIa y XVIb se corresponden con dos estancias de una vivienda situada en la parte inferior de la Acrópolis. En la Fase IIIA se documenta un suelo de ocupación con restos de estructuras de molienda, un banco, un telar, varios contenedores, diversos hoyos de poste y dos enterramientos. La Fase IIIO muestra también una compartimentación interior de la vivienda, con restos de estructuras de almacenamiento.

Los CE XVIIId, XVIIe, XVIIf y XVIIg forman parte de un entramado de zonas de paso, estrechas calles en pendiente o escalonadas, y áreas de distribución que, desde la puerta principal sur, comunican las áreas de ocupación localizadas en la Acrópolis del poblado y otras zonas que no han sido excavadas de la ladera sur.

Se ha incidido con especial interés en el CE XVI, debido a que es uno de los contextos mejor estudiados del yacimiento (Contreras *et al.*, 2011, 2014; Moreno *et al.*, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó instrumental macrolítico de los diferentes CE para la realización del análisis tecnológico, funcional, de microrrestos silíceos, fitolitos, y microrrestos calcíticos, esferolitos fecales y pseudomorfos de la calcita.

3.1. Análisis morfotipológico y de huellas de uso

El conjunto de materiales arqueológicos estudiado está constituido por 276 piezas (Anexo-AC1). Los útiles macrolíticos son aquellos destinados a labores de molturación. Se han incluido los elementos pasivos, aquellos que se mantienen estáticos durante el trabajo que se efectúa sobre ellos, y los activos, cuyo uso implica el desarrollo de una actividad de forma directa. Así, los útiles estudiados son: 1) molinos (N = 209); 2) manos de moler (N = 38); 3) bujardas o percutores (N = 29). Para la selección de los molinos se han considerado aquellos que se relacionan con la molienda por su morfología y los tipos de superficies activas. Por el contrario, se han descartado elementos pasivos relacionados con el pulimento, el afilado o la trituración de materiales. El peso total del material estudiado, sin incluir las piezas fijas del poblado, asciende a 1.071,1 kg. Todos los elementos se han analizado individualmente considerando el poblado de Peñalosa como un asentamiento humano. La metodología empleada se sintetiza a continuación.

3.1.1. Descripción analítica de las características morfométricas y morfotécnicas de los artefactos

El estudio morfotipológico desarrollado ha tenido en cuenta variables cuantitativas y cualitativas. Para los elementos pasivos se han considerado cuatro medidas: largo (eje longitudinal de la pieza), ancho (eje transversal), alto (altura máxima) y peso. Como variables cualitativas se han estimado el tipo de superficie activa, el número de caras activas y el patrón de desgaste de los granos minerales. En el caso de los elementos activos se han contemplado cuatro medidas: largo, ancho, grosor y peso y, a nivel cualitativo, el número y tipo de caras activas. En todo el conjunto de útiles se ha valorado la presencia de alteraciones térmicas y el estado de conservación de la pieza. Este se ha reducido, a efectos cuantitativos, a un porcentaje aproximado de la parte conservada y se han estimado cinco categorías porcentuales: 100 %, 75 %, 50 %, 25 % y <25 %. La litología no se ha determinado en todos los útiles de forma individual, sino que se han considerado los estudios sobre aprovisionamiento de recursos líticos del entorno para la adscripción a litologías concretas (García *et al.*, 2004).

3.1.2. Análisis de las huellas de uso sobre las superficies activas y las huellas tecnológicas

Las fotografías del material se han realizado con una cámara Nikon D5000 con un objetivo NIKKOR AF-S DX de 18-55 mm VR. La observación y toma de imágenes de las superficies activas se ha ejecutado con una lupa binocular Leica EZ4 HD con una potencia de 8x a 50x aumentos. Con estos equipos, se ha seguido la metodología y la nomenclatura consensuada para el estudio y descripción de las superficies activas (Adams *et al.*, 2009; Dubreuil *et al.*, 2015). Los criterios para el análisis funcional se sustentan en contrastar las huellas de uso de la actividad que las produjo con ejemplos etnográficos y experimentales. Se ha usado la analogía mediante la recreación directa de los procesos de trabajo y la consulta de estudios experimentales con similitudes en cuanto al tipo de artefactos y materias primas (Adams, 1989; Adams *et al.*, 2009; Menasanch *et al.*, 2002; Risch, 2002; Dubreuil, 2004; Delgado, 2008; Hamon, 2008).

El enfoque teórico-metodológico del análisis del material se ha basado en dos conceptos: la cadena operativa y la biografía del objeto (Martínez-Sevilla, 2018; Martínez-Sevilla *et al.*, 2020; Martínez-Sevilla y Linares-Catela, 2023).

3.2. Análisis de microrrestos silíceos y calcíticos

Se tomaron muestras de sedimento de las superficies activas de los molinos (N = 45) mediante pipeteado con agua destilada. De igual forma, se obtuvieron muestras de sedimento asociado a las piezas con fines comparativos como muestras de control (Anexo-AC2), bien sedimento perteneciente a la misma Unidad Estratigráfica (UE) que el molino recogido durante el proceso de excavación, bien de las partes no activas de los artefactos. Estas muestras fueron codificadas mediante el número de inventario seguido de '-C' (N = 35).

Para la extracción y la cuantificación de fitolitos se ha seguido el método de *Katz et al. (2010)*. En primer lugar, una alícuota de aproximadamente 40 mg de muestra seca fue tratada con 50 µl de una solución volumétrica de ácido clorhídrico (HCl 6 N) para eliminar carbonatos. Posteriormente, se trató con 450 µl de politungstato de sodio [$\text{Na}_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40})$] con una densidad de 2.4 g/ml para concentrar los fitolitos. La muestra se mezcló con un vórtex y se dispersó con un baño de ultrasonidos durante 5 min. A continuación, se centrifugó 5 min a 5000 rpm. La fracción en suspensión fue transferida a un microtubo de 0.5 ml y se mezcló con el vórtex. Las muestras se montaron en un portaobjetos con 50 µl de este material. Para su observación y cuantificación se usó un microscopio óptico Olympus BX51. Se ha cuantificado, siempre que fue posible, un mínimo de 200 fitolitos a una magnificación de 200x y 400x.

La identificación morfológica se basó en colecciones de referencia de plantas modernas (*Tsartsidou et al., 2007; Albert et al., 2008, 2016; Portillo et al., 2014*) y literatura especializada (*Twiss et al., 1969; Brown, 1984; Mulholland y Rapp, 1992; Rosen, 1992; Twiss, 1992; Albert y Weiner, 2001; Piperno, 2006*). La terminología utilizada para describir las diferentes morfologías identificadas sigue el *International Code for Phytolith Nomenclature* (ICPN 2.0) (*Neumann et al., 2019*).

En aquellos útiles macrolíticos, de fases y áreas diferentes, que son completamente estériles en cuanto a la presencia de fitolitos (50375 y 50329), así como en otros utensilios analizados que presentan un número total de fitolitos inferior a la decena, se han tomado muestras según el protocolo de *Cnuts y Rots (2018)*. Ello permitirá realizar estudios futuros y determinar, a partir del uso de SEM, si fueron usados para moler mineral u otros materiales en lugar de productos vegetales.

Asimismo, se ha realizado una selección de muestras de sedimento (N = 10) para el análisis de microrrestos calcíticos, concretamente, esferulitos fecales y pseudomorfo de calcita. La metodología seguida se basa en el método de *Canti (1999)*. Las láminas se prepararon con aproximadamente 1 mg de sedimento y la adición de Entellan New (Merck). Se examinaron también con un microscopio Olympus BX51 con polarizador (XPL) a una ampliación de 200x y 400x. La adscripción morfológica se basa en colecciones de referencia de pseudomorfos de calcita de regiones mediterráneas (*Portillo et al., 2017b, 2021; Portillo y Matthews, 2020*).

4. RESULTADOS

4.1. Análisis morfotipológico y de huellas de uso

4.1.1. Caracterización métrica y tipológica del conjunto de útiles de molienda

Las categorías empleadas en la clasificación de los útiles pasivos y activos no deben considerarse cerradas ni excluyentes, ya que son elementos complementarios para el desarrollo de una misma actividad. Los elementos pasivos, los molinos, se definen por su tamaño y por las huellas de uso de sus superficies activas. Dado el número de piezas con soportes fijos dentro de las estructuras de habitación que aparecen en el yacimiento, se han incluido dos ejemplos en la base de datos para su consideración métrica y tipológica (Anexo-AC1). Los elementos activos, las manos de moler y las bujardas son usados en la elaboración y mantenimiento de las superficies activas.

4.1.1.1. Molinos

La morfología y las huellas de las superficies activas indican el uso de estas piezas para la molturación de diferentes materiales (Fig. 2). Son el grupo más numeroso con 202 molinos usados (73.1 %) y 7 en proceso de elaboración (2.5 %). La relación entre el largo y el ancho permite definir dos tipos en función del tamaño (Fig. 3.1): un tipo mediano, más numeroso, entre 130 y 430 mm de largo por 140-260 mm de ancho (Fig. 2.2) y otro, de mayor tamaño, entre 460 y 740 mm de largo por 240-400 mm de ancho (Fig. 3.1). La morfología de estos útiles tiende a ser rectangular u oblonga y todas las piezas tienen una sola cara activa. La tipología de superficie activa más representada es la plana en 162 molinos (68 %), después la convexa, en 10 (4.2 %) y, finalmente, la cóncava, en 3 (1.2 %) (Fig. 3.3). La litología está constituida por rocas de textura granular, predominando las rocas ígneas, principalmente granitos y pórfidos graníticos y, en menor proporción, las rocas sedimentarias como grauvacas y arcosas.

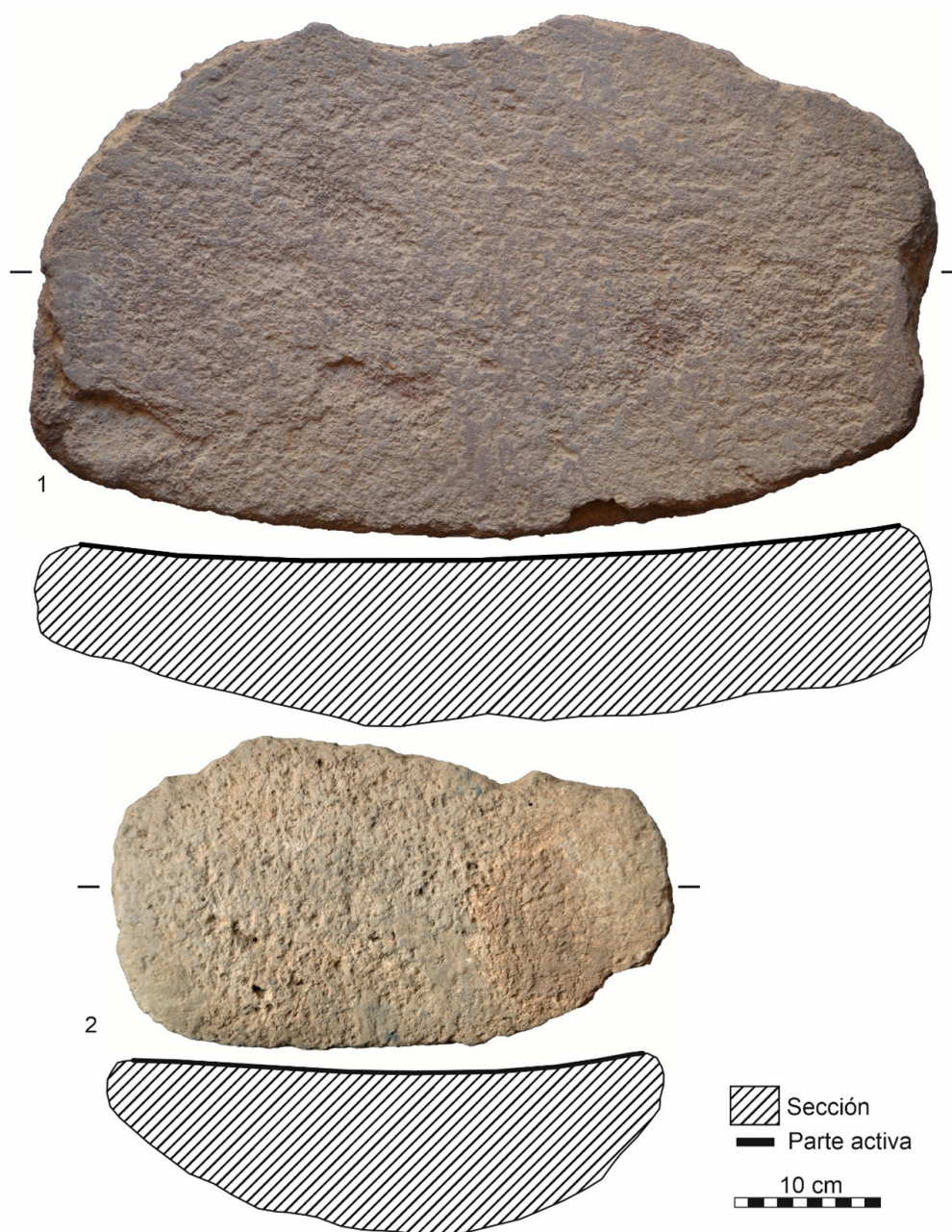


Figura 2. Ejemplo de molinos de dimensiones medianas y pequeñas procedentes de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén): 1) 50567 y 2) 50391.

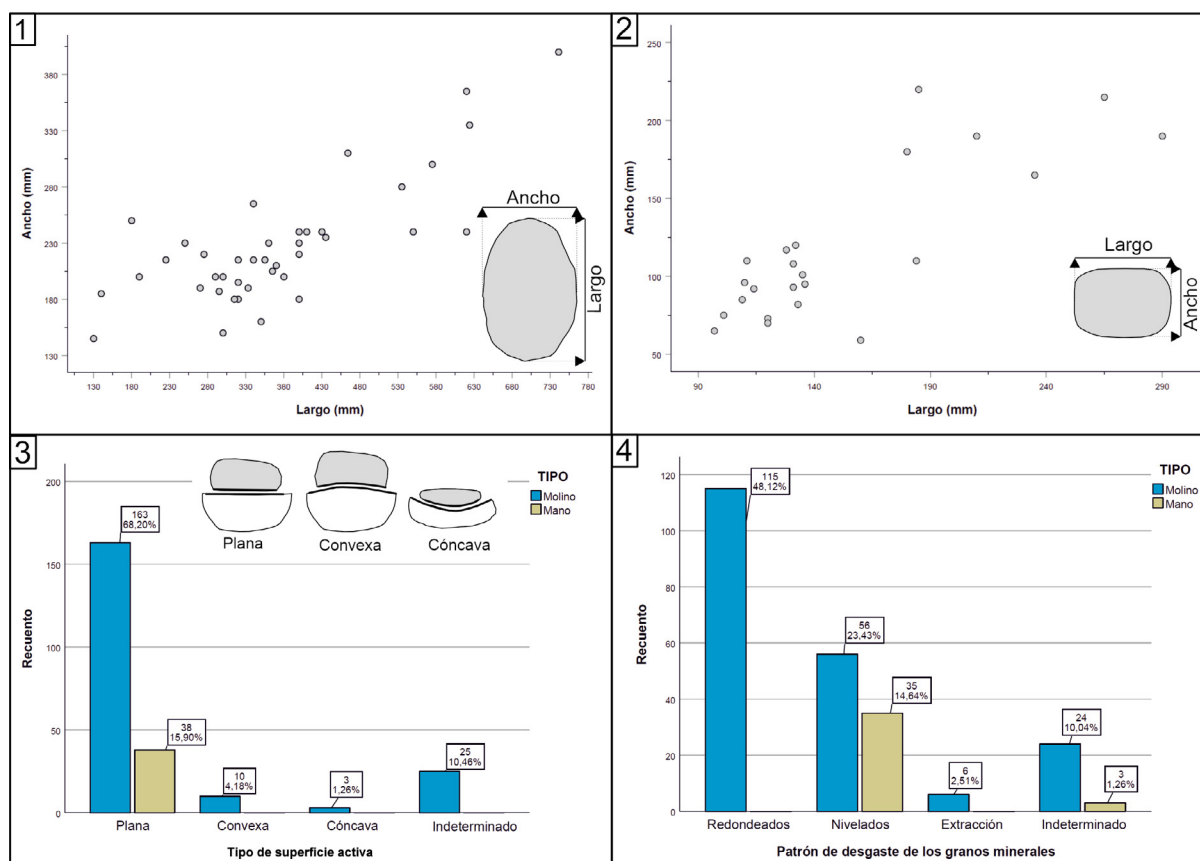


Figura 3. 1 y 2) Morfología de molinos y manos a partir de la relación entre el largo y el ancho. 3) Tipos de superficie activa identificados en molinos y manos. 4) Patrones de desgaste documentados en molinos y manos.

4.1.1.2. Manos

Estos útiles activos se usan en conjunción con los molinos para la molturación, por lo que presentan solo huellas de abrasión (Fig. 4). Se han identificado 38 piezas (13.7 %). En función de la relación entre el largo y el ancho se diferencian dos tipos (Fig. 3.2). De tamaño mediano, con 100-150 mm de largo y 60-120 mm de ancho, y un grosor que oscila entre 20 y 80 mm. De gran tamaño, con 200-300 mm de largo y 100-230 mm de ancho y un grosor que oscila entre 60 y 130 mm. El peso varía entre 230 y 8500 g. La morfología es oblonga y en algún caso circular (Fig. 4). Generalmente, presentan una sola cara activa, reflejado en 29 de las piezas (78.3 %), mientras que solo 8 poseen dos caras activas (21.6 %). Las superficies activas son siempre planas. Al igual que en los molinos, el soporte usado para su fabricación son rocas ígneas, como los granitos y pórfidos graníticos, seguido de rocas sedimentarias, como grauvacas y arcosas y, en algún caso, cuarcitas.

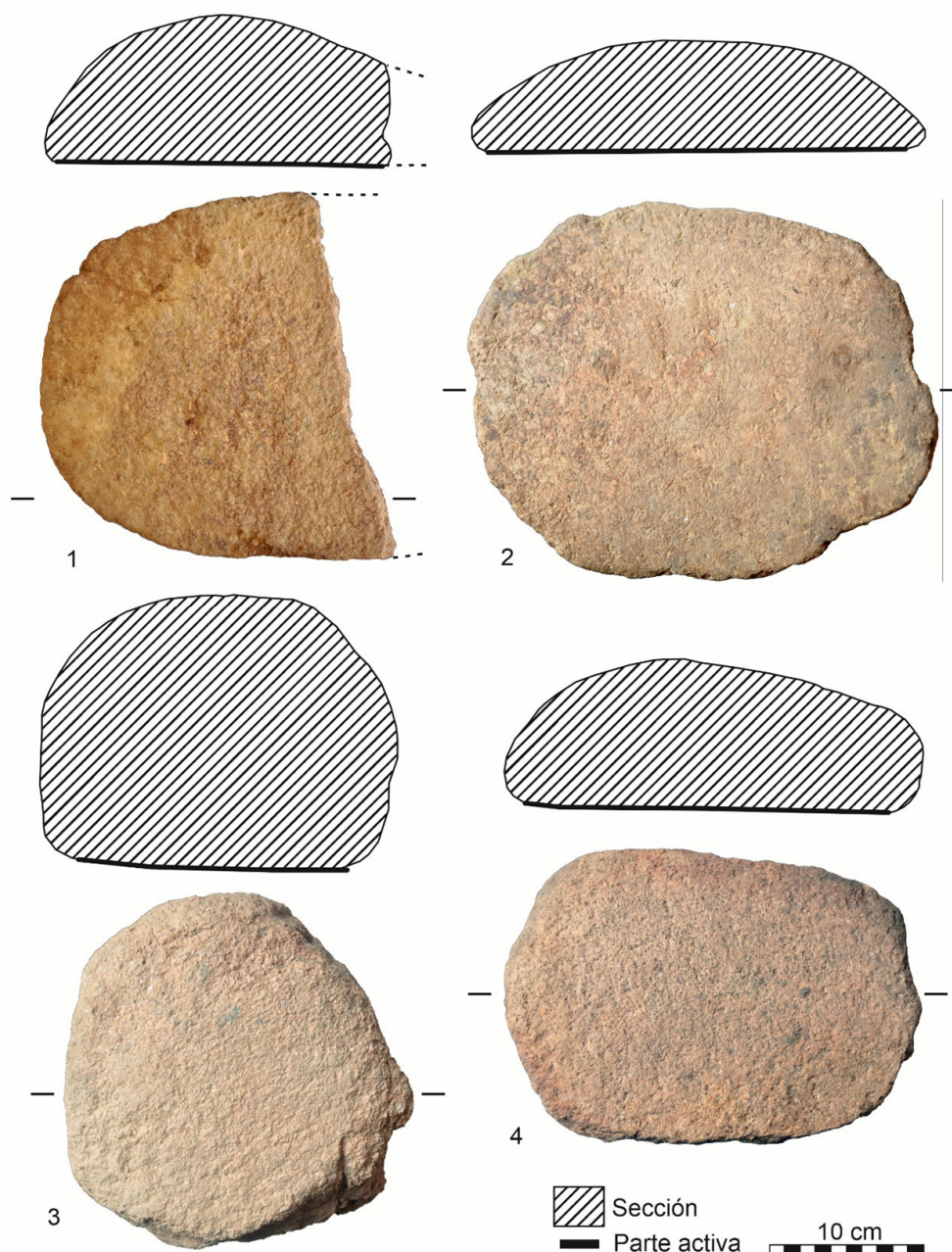


Figura 4. Diferentes tipos de manos de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén): 1) 50638; 2) 50462; 3) 25600 y 4) 25724.

4.1.1.3. Bujardas o percutores

Esta categoría incluye los útiles que presentan huellas de percusión sobre materiales duros en sus superficies activas (Fig. 5). Se han denominado bujardas ya que se emplean en el trabajo de la piedra, en este caso para configurar las superficies activas de los molinos, así como el mantenimiento y reavivado de las mismas (Morgado y Martínez-Sevilla, 2013). Son un total de 29 piezas (10.4 %). Las dimensiones de estos útiles están muy estandarizadas, entre 70 y 150 mm de largo y 60 y 130 mm de ancho, con grosores comprendidos entre los 30-70 mm. Los pesos oscilan entre 250 y 1500 g. Proviene de cantos rodados, lo que determina que su morfología sea oblonga y, en algunos casos, semicircular (Fig. 5). Sus partes activas son agudas y astilladas, destinadas a generar irregularidades en las superficies de las manos y los molinos con el fin de favorecer la molienda. La ausencia de sílex en las inmediaciones del asentamiento implica que las rocas empleadas en su elaboración sean, casi exclusivamente, cuarcitas.

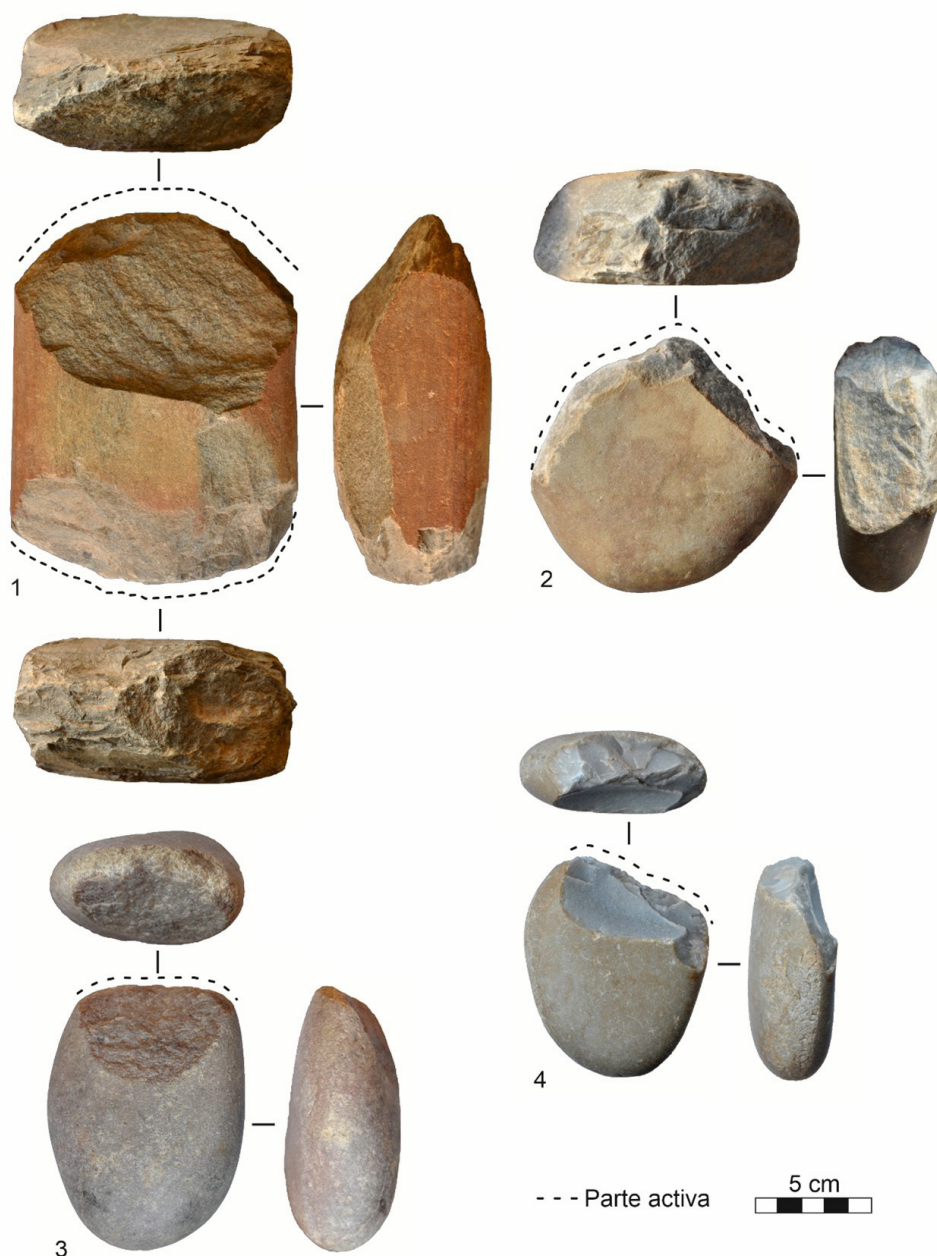


Figura 5. Bujardas utilizadas para la fabricación de los molinos y el mantenimiento de las superficies activas de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén): 1) 53041; 2) 50942; 3) 43093 y 4) 50689.

4.1.2. Tecnología de elaboración y mantenimiento de los útiles de molienda

El poblado de Peñalosa se ubica en afloramientos de materiales carboníferos, triásicos y miocenos a unos 2 km al oeste del Buntsandstein. En estos contextos geológicos inmediatos al yacimiento aparecen rocas ígneas (granitos, granodioritas, aplitas y pórfidos graníticos), rocas metamórficas (cuarcitas, cuarzoesquistos, metarcosas y metagrauvacas) y rocas sedimentarias (arcosas, grauvacas y microbrechas). Estos materiales son idóneos para la elaboración de molinos, manos y diferentes percutores. La captación de estos recursos líticos, abundantes y variados, en las inmediaciones del asentamiento se explica por la amplia red fluvial que converge cerca de Peñalosa, en el río Grande (García *et al.*, 2004). El aprovisionamiento de este material se realiza directamente de los afloramientos primarios o de los secundarios en los cauces de los ríos. En las áreas circundantes del poblado se encuentran formatos naturales de areniscas (Figs. 6.4 y 6.5) y de granitos (Fig. 6.6), idóneos para la fabricación de molinos y manos de moler.



Figura 6. Ejemplos de molinos fijos con estructuras (1, 2 y 3) y soportes naturales de arenisca y granito (4, 5 y 6) en las inmediaciones del poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén).

La identificación de varios molinos en proceso o fracturados durante su elaboración ha permitido identificar la tecnología de manufactura (Figs. 7.1 y 7.2). Esta se caracteriza por la utilización de soportes naturales, de contextos geológicos primarios o secundarios, con morfologías cercanas a la deseada, sobre las que se generan superficies activas mediante la técnica de abujardado hasta adquirir una zona plana regular (Figs. 7.1, 7.2 y 7.A). Este trabajo se realiza con las bujardas, descritas anteriormente, mediante impactos violentos de las partes agudas del percutor contra la superficie a transformar (Figs. 7.C y 7.D). La fuerza de los impactos hace que, en ocasiones, se fracturen las preformas de manera medial o longitudinal (Figs. 7.1 y 7.2). La elaboración de las manos responde al mismo sistema de trabajo y tipo de soporte. En cambio, las bujardas se crean a partir de cantos rodados de cuarcita tallados de forma unifacial o bifacial para generar una arista aguda o un pico (Fig. 5). El trabajo de mantenimiento suele ser el reavivado de las superficies activas una vez perdida la irregularidad necesaria para la molienda. Este reavivado se realiza con las mismas bujardas (Fig. 7.B).

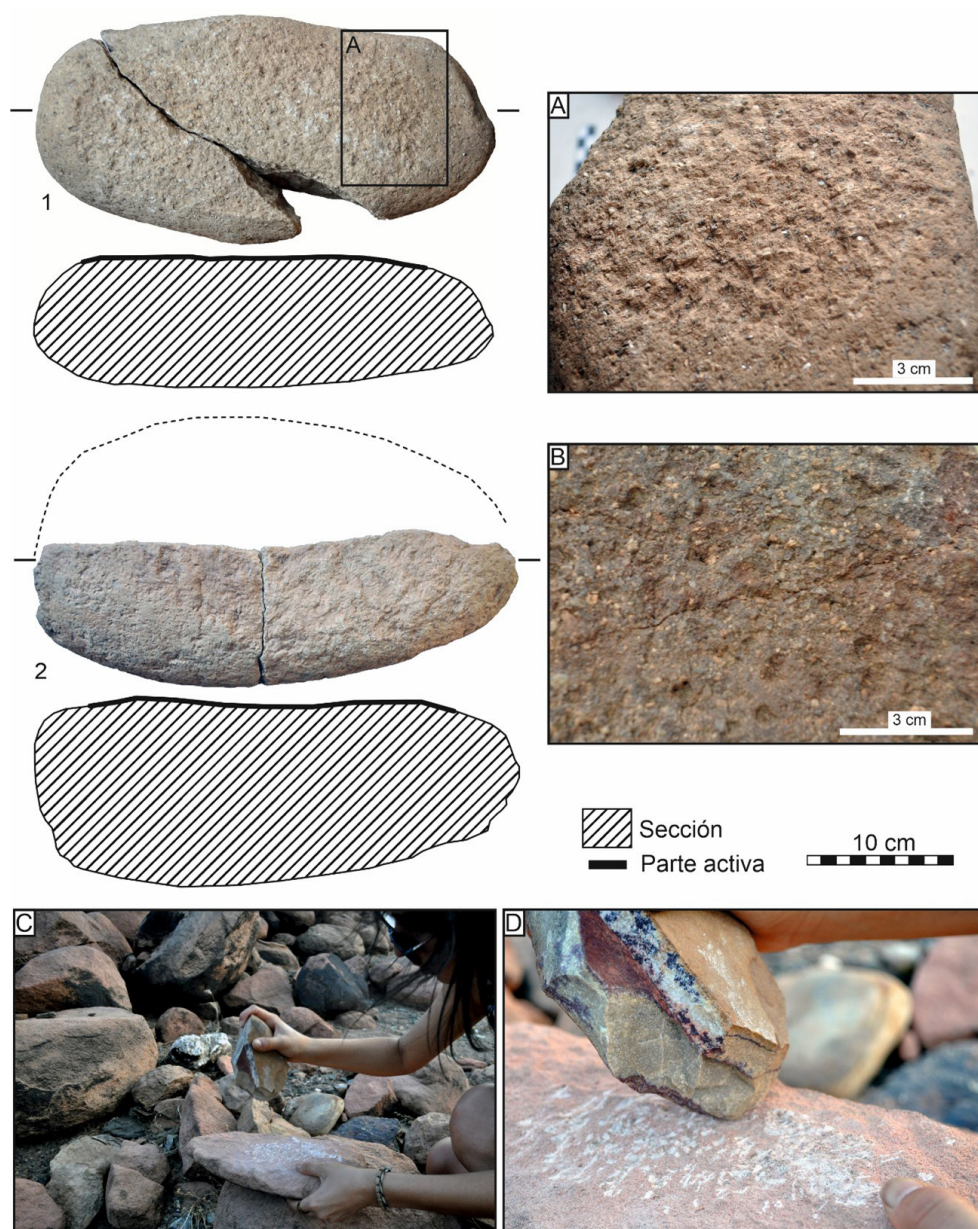


Figura 7. Molinos de granito fracturados en el proceso de elaboración: 1) 45025 y 2) 44119. A) Superficie activa de un molino en proceso de elaboración mediante abujardado. B) Superficie activa de un molino reavivada (50651). C y D) Experiencia con el uso de una bujarda de cuarcita para la elaboración de una superficie activa en un molino.

El estado de conservación de los útiles de molienda (molinos y manos) es alto, con un 54.4 % de los elementos completos o, al menos, con hasta un 50 % de su totalidad conservada. La reutilización o transformación de fragmentos en otros útiles es escasa, solo se ha identificado un fragmento de molino reutilizado como mano (53063). En el caso de los molinos que han alcanzado una curvatura que impide continuar con su uso o que se encuentran fragmentados, se ha documentado su reutilización como materiales de construcción en los muros del asentamiento.

4.1.3. Las actividades de molienda y sus huellas de uso

El estudio de los elementos pasivos y activos, así como la dirección de las huellas de uso, ha permitido definir tres tipos de superficies activas: planas, convexas y cóncavas (Fig. 3.3). Desde el punto de vista de la cinemática de trabajo, las partes activas de los molinos y de las manos deben ajustarse para permitir la molturación. Por ello, deben poseer la misma morfología en el caso de las superficies

planas, o la contraria para las convexas y cóncavas. La superficie plana es la más representada en el conjunto, en 163 molinos y 38 manos. Las superficies convexas y cóncavas aparecen en 10 y 3 molinos, respectivamente, siendo menos representativas. En cuanto a las manos, no se han identificado de tipo convexa o cóncava. Su ausencia puede deberse a una cuestión circunstancial de esta muestra. Como se deduce del número de manos y de molinos, no se observa una concordancia directa entre ambos tipos de útiles. Únicamente existe una cierta correlación entre los molinos y manos con superficies planas: frente a 163 piezas pasivas solo hemos documentado 38 piezas que pudieron usarse en conjunción con ellas.

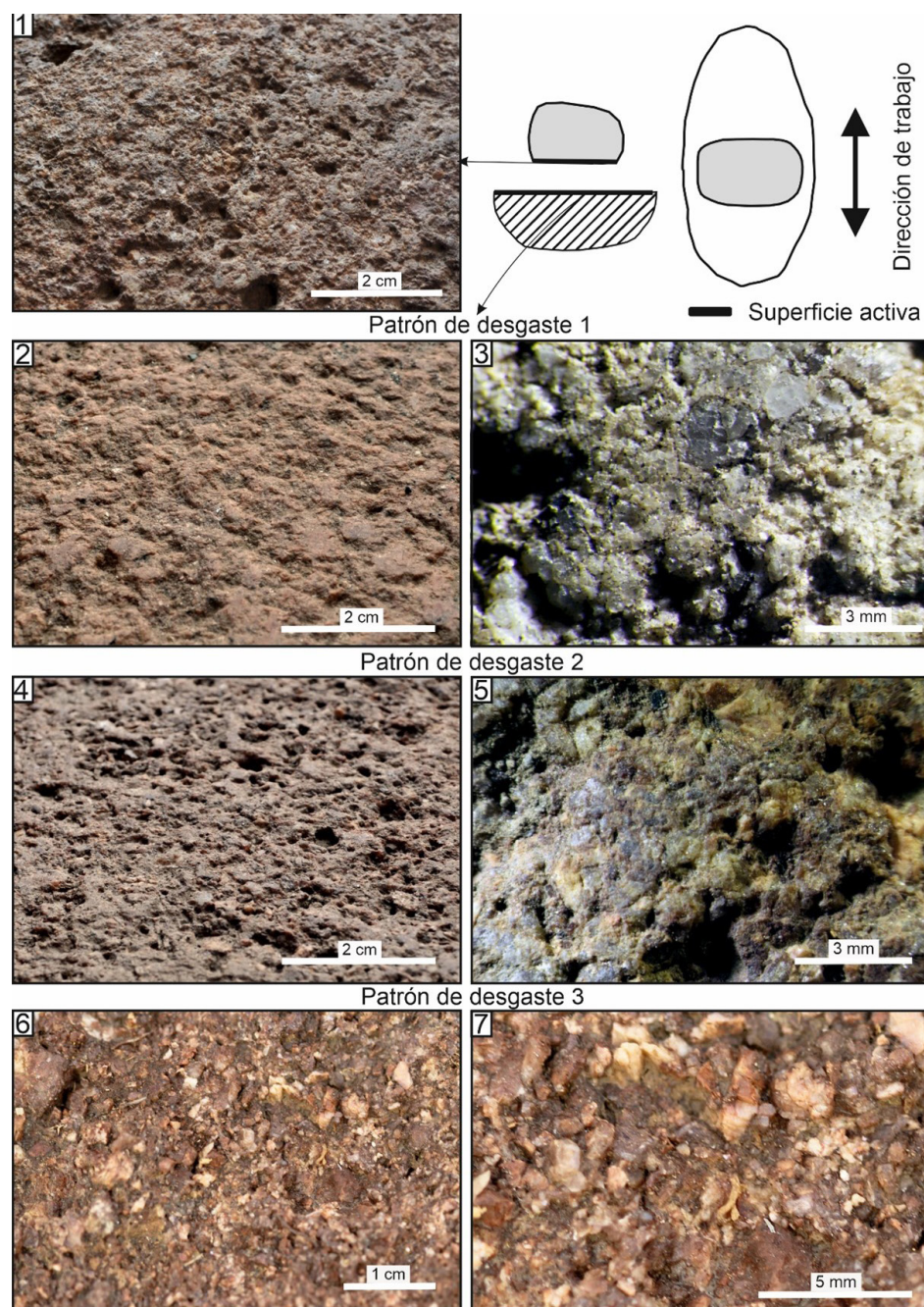


Figura 8. Diferentes patrones de desgaste identificados en las manos de moler y en los molinos del poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). 1) Patrón de desgaste de una mano de molino con granos nivelados producto de la fricción roca-roca; 2 y 3) Superficie activa de molinos con granos nivelados por la molienda con una mano de piedra; 4 y 5) Superficie activa de molinos con granos redondeados por la molienda con una mano de madera; 6 y 7) Superficie activa de molinos con granos extraídos producto de diferentes actividades como fricción o golpeo.

La observación de las huellas de uso en los molinos y en las manos ha permitido reconocer tres patrones de desgaste relacionables con la molienda de cereales (Fig. 8). El primer patrón, consecuencia del reavivado, es el de topografías planas regulares con nivelación de los granos y fosas (Figs. 8.1, 8.2 y 8.3). Este esquema de desgaste se relaciona con el uso de una parte activa de la piedra y es el único identificado en las manos (Fig. 3.4), siendo porcentualmente el segundo en los molinos (23.4 %). En el segundo patrón aparece un redondeamiento de los bordes en las fosas o fosillas debido a la fricción con la materia prima molturada (Figs. 8.4 y 8.5). La topografía en este caso es sinuosa, regular y los granos aparecen redondeados (Fig. 8.5). Es el más representativo dentro de los molinos (48.1 %) y se debe correlacionar con el uso de una mano de madera como elemento activo. La madera es capaz de desgastar los materiales más blandos y redondear otros más duros como los cristales de cuarzo (Risch, 2002; Delgado-Raack, 2008). Finalmente, en el tercer patrón se identifican topografías planas irregulares con extracción de granos (Figs. 8.6 y 8.7). Estas superficies están poco representadas en el conjunto (2.5 %) y se relacionan con actividades multifuncionales, como el triturado y la molturación de materiales duros que impliquen la extracción de granos de la matriz mineral. En este patrón de desgaste el tipo de materia prima también puede ser un elemento destacado: un granito degradado o un microconglomerado pueden dar como resultado la pérdida de granos minerales durante el proceso de molturación.

4.2. Análisis de fitolitos

En la Tab. 1 se observan los resultados cuantitativos del estudio (número total de fitolitos por gramo de sedimento), la descripción y procedencia de las muestras, el porcentaje de fitolitos multicelulares (en conexión anatómica) y el de los alterados por efecto de la disolución química y que no son identificables morfológicamente, además del número de fitolitos que han podido ser identificados en cada uno de los útiles estudiados. Junto a ellos se han observado otros microrrestos de composición silíceosa como diatomeas y espículas de esponja (Tab. 1) (Fig. 9.j y 9.k).

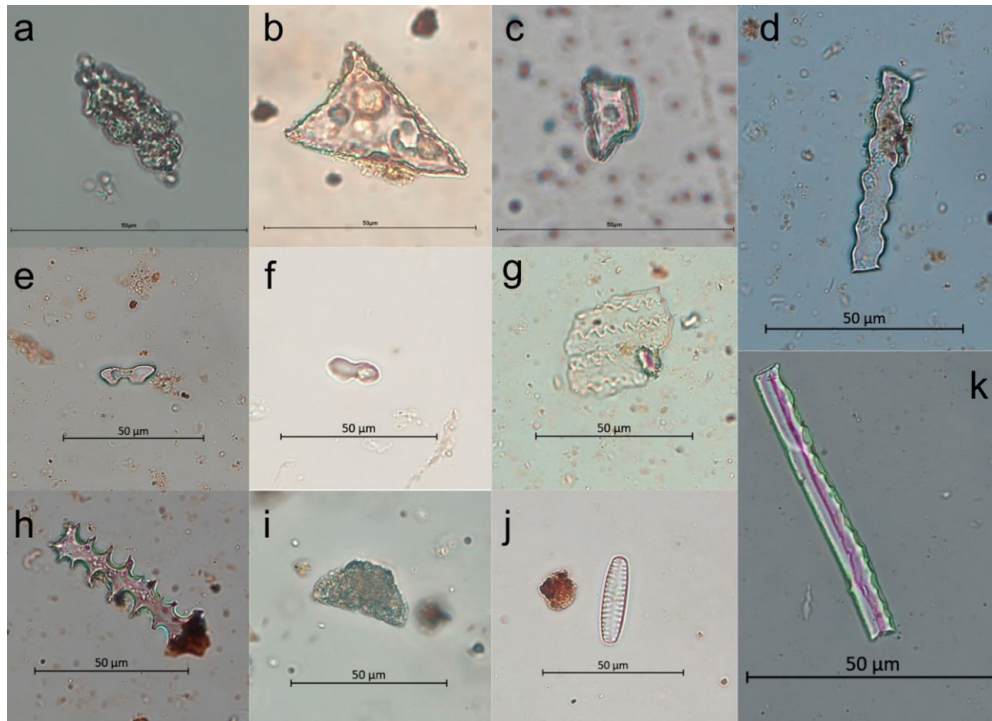


Figura 9. Microfotografías de fitolitos (a-h) y otros microrrestos (i-k) identificados en las muestras (x200 o x400). a) Morfotipo alterado; b) apéndice epidérmico (tricoma) de hojas y tallos de gramíneas; c) célula corta de tipo rondel de gramíneas (Pooideae); d) fitolito polilobulado de hojas y tallos de Pooideae; e) fitolito bilobulado (Panicoideae); f) fitolito bilobulado (Pooideae); g) fitolitos multicelulares dendríticos de inflorescencias de gramíneas; h) fitolito elongado dendrítico procedente de las inflorescencias de gramíneas; i) pseudomorfo de calcita (*Quercus* sp.); j) diatomea; k) espícula de esponja.

Tabla 1. Resultados cuantitativos del estudio (número total de fitolitos por gramo de sedimento), descripción y procedencia de las muestras, porcentaje de fitolitos multicelulares, porcentaje de aquellos no identificables morfológicamente, y número de fitolitos determinados morfológicamente.

N.º muestra	N.º fitolitos 1 g sedimento	N.º fitolitos morfológicamente identificados	% fitolitos multicelulares	% fitolitos alterados	N.º diatomeas	N.º espículas esponjas	Fase cronológica	CE
25877	44.000	9	0	0	0	0	SIIIA	Xi
25877-C	137.000	40	3	0	2	0		
25716	120.000	6	0	17	0	0		
25716-C	65.000	12	0	0	0	1		
51155	7.000	1	0	0	0	0	CIIA	XIlg
51155-C	64.000	13	8	0	0	0		
51108	88.000	17	0	0	0	0		
51108-C	74.000	20	0	0	0	0		
44211	42.000	9	0	0	0	0	CIIA	XIVb
44211-C	262.000	73	3	7	0	0		
44203	270.000	57	0	0	0	0		
44203-C	970.000	254	2	3	0	0		
50375	0	0	0	0	0	0	SIIIA	XVIa
50375-C	18.000	5	40	0	0	0		
50766	197.000	50	0	4	0	0		
50897	191.000	39	0	3	0	0		
50946	2.010.000	236	8	2	0	0		
50946-C	713.000	190	4	1	0	0		
50382	301.000	56	0	4	0	0		
50382-C	143.000	39	8	3	0	0		
50491	24.000	6	0	33	0	0		
50491-C	7.000	2	0	0	0	0		
50462	226.000	60	0	4	0	0		
50462-C	165.000	43	0	5	0	0		
501032	372.000	85	1	0	0	0		
50988	59.000	6	0	0	0	0		
501036	654.000	58	0	2	0	0		
50985-C	142.000	38	0	3	1	1		
50787	279.000	23	0	0	0	0		XVIb
50787-C	643.000	179	8	0	0	0		
501006	1.804.000	213	1	1	0	0		
501006-C	1.554.000	308	5	1	7	0		
50982	106.000	29	0	14	0	0		
50982-C	103.000	25	0	8	0	0		
50173	250.000	66	0	0	0	0		
50173-C	72.000	16	0	13	0	0		
50322	159.000	10	0	0	0	0		XVIId
50322-C	1.030.000	288	5	1	3	0		XVIe

50286	72.000	20	5	10	0	0	SIIIA	XVif	
50286-C	120.000	32	0	3	0	0			
50285	146.000	37	0	0	0	0			
50285-C	123.000	32	3	0	0	0			
50881	1.673.000	174	0	1	0	2		Xi	
50880	389.000	92	0	12	1	0			
50880-C	136.000	40	0	15	0	0			
501015	77.000	4	0	0	0	0			
501015-C	357.000	86	7	7	3	0			
501016	9.000	2	0	0	0	0			
501016-C	155.000	38	11	8	0	1			
50991	305.000	14	0	7	0	0			
50991-C	596.000	153	0	3	0	0			
50915	299.000	15	0	7	0	0	CIIIA		
50915-C	59.000	12	0	8	0	0			
50829	13.000	3	0	0	0	0	DIIIA		
50829-C	128.000	32	0	3	0	0			
25461	74.000	14	0	7	1	0	SIIIO	XVIa	
25461-C	11.000	3	0	33	0	0			
50338	17.000	4	25	0	0	0			
50335	198.000	52	14	0	1	0			
50334	51.000	11	0	0	0	0			
50336	84.000	11	0	0	0	0			
50329	0	0	0	0	0	0			
50335-C	46.000	13	23	0	0	0			
50451	1.300.000	171	0	1	0	0			
50451-C	751.000	222	0	1	0	0			
50191	30.000	7	14	14	0	0			
50191-C	21.000	6	0	0	0	0			
50392	513.000	113	3	4	0	0		XVIb	
50392-C	1.249.000	276	4	1	0	0			
50638	227.000	62	0	11	1	0			
50638-C	220.000	49	0	4	0	0			
50391	143.000	37	0	2	0	0			
50391-C	100.000	27	0	0	0	0			
50370	139.000	16	0	0	0	0			
50370-C	316.000	82	1	2	0	0			
50158	37.000	3	0	0	0	0			XVIe
50138	95.000	19	5	0	0	0			
50138-C	67.000	19	0	11	0	0			

El estudio cuantitativo evidencia gran heterogeneidad en los resultados. Se aprecian muestras en las que la lámina ha resultado ser completamente estéril (50375 y 50329) frente a otras que no alcanzan el mínimo de 50 fitolitos (Figs. 10 y 11) o que contienen aproximadamente dos millones de fitolitos por gramo de sedimento (Tab. 1). En general, la concentración de fitolitos es mayor en las superficies de fricción que en las muestras de control asociadas a este utillaje. Los resultados del estudio morfológico deben ser tomados con precaución, especialmente entre las muestras con menor abundancia relativa, así como aquellas con valores más elevados de disolución.

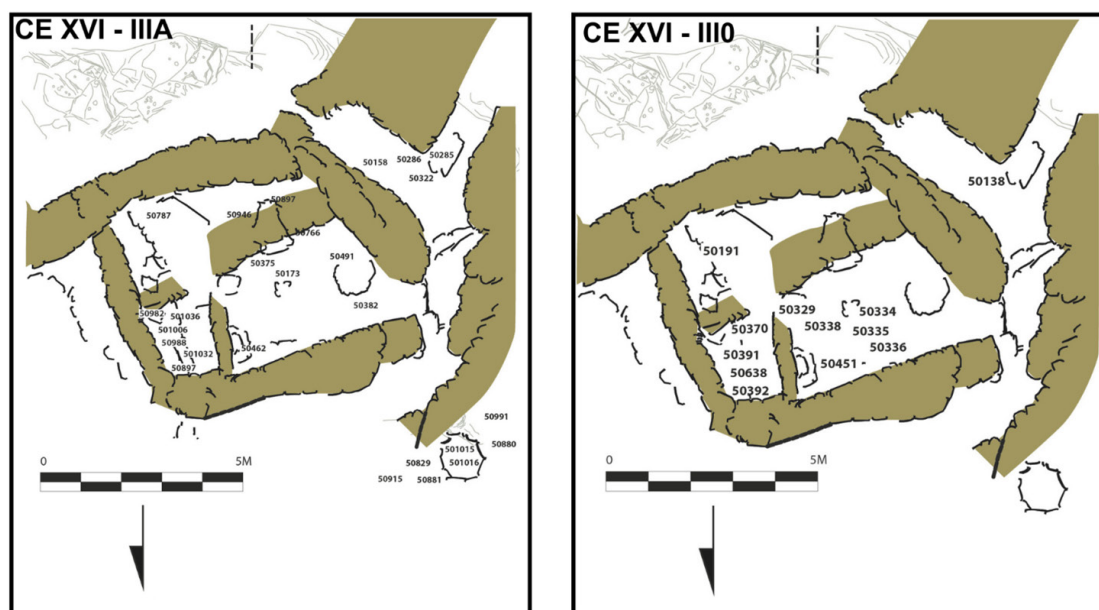


Figura 10. Localización de los útiles macrolíticos analizados en las Fases IIIA y IIIO del CE XVI.

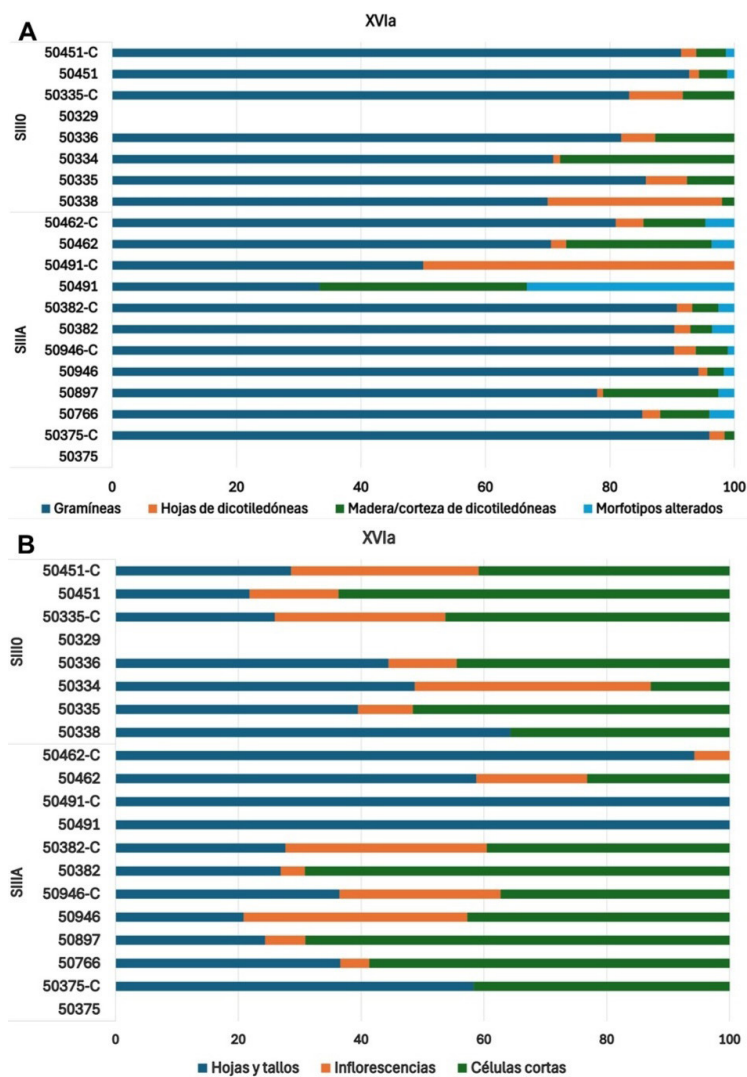


Figura 11. A) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) del sector a del CEXVI. B) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en el sector a del CEXVI.

El índice de disolución y el porcentaje de fitolitos multicelulares son indicativos, principalmente, del estado de conservación de estos microrrestos. Estos se ven afectados por una gran diversidad de factores deposicionales y postdeposicionales, además de los cambios sufridos por los procesos de molienda (Jenkins, 2009; Cabanes *et al.*, 2011; Shillito, 2011; Portillo *et al.*, 2013, 2017a, 2021). La alteración química da lugar a los denominados morfotipos alterados (Fig. 9.a). En un sentido estricto, se trata de fitolitos que han perdido sus rasgos morfológicos y, por ello, no son identificables. En el caso de Peñalosa, la alteración química en la superficie de los fitolitos analizados no ha afectado, en general, a la viabilidad de su caracterización morfológica. Los porcentajes de disolución química oscilan entre 0 y 33 % (Tab. 1). Además, la reducida presencia de fitolitos multicelulares (Tab. 1), con porcentajes que oscilan entre 0 y 13 % en las muestras representativas, se relaciona con la molturación (Fig. 9.g). El porcentaje más elevado (13 %) se advierte en la superficie de fricción de la muestra 50335.

A nivel morfológico, el grado de homogeneidad observado indica que las gramíneas dominan en términos de concentración y que la mayoría de las muestras de las superficies activas del utillaje presentan una abundancia relativa mayor que las muestras de control, aunque hay excepciones (en el CE XVIa 50335-C; en el CE XVIg 501015-C y 50991-C y en el CE XVIb 50370-C) (Figs. 10, 11, 12 y 13).

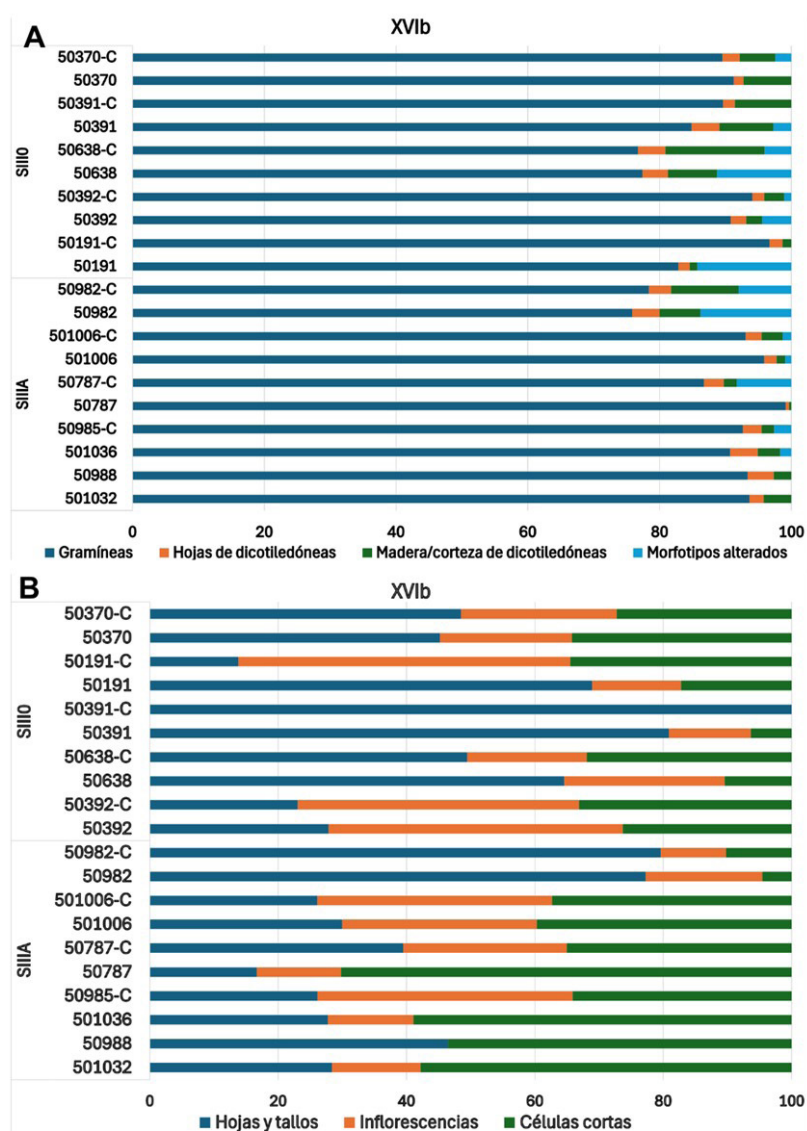


Figura 12. A) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) del sector b del CEXVI. B) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en el sector b del CEXVI.

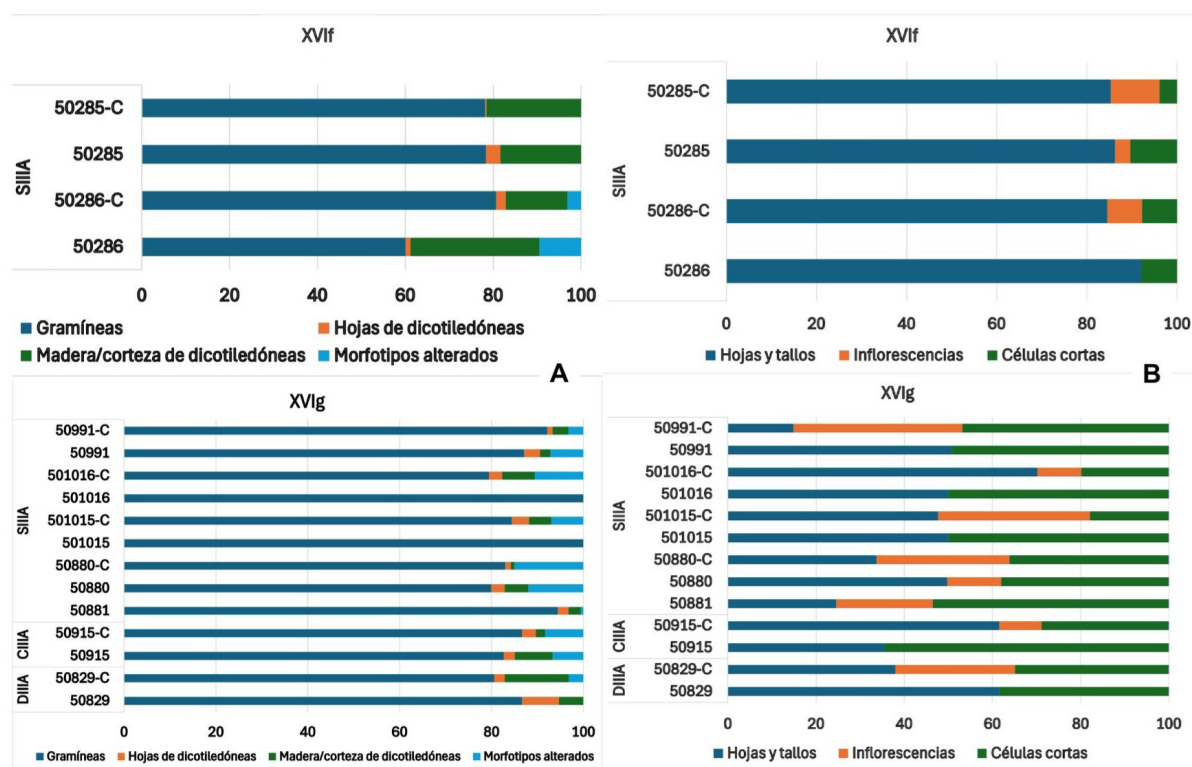


Figura 13. A) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) de los sectores f y g del CEXVI. B) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en los sectores f y g del CEXVI.

Los morfotipos de gramíneas se han agrupado según su origen anatómico: hojas y tallos, y las partes florales. Los fitolitos característicos producidos por hojas y tallos son los elongados polilobulados y apéndices epidérmicos como tricomas (Figs. 9.d y 9.b, respectivamente). En cambio, los característicos de las inflorescencias son elongados dentados y elongados dendríticos (Fig. 9.h).

Las muestras con mayor concentración de morfotipos procedentes de hojas y tallos pertenecen al CE XVI d (50173: 98 %), CE Xi (25877, 25716-C: más del 80 %) y al CE XVI f (50285, 50286: 85 %). Sin embargo, dado que en las muestras de los dos últimos CE el total de fitolitos identificados es inferior a 50, estos resultados deben ser interpretados con cautela. Por otro lado, las morfologías asociadas a las inflorescencias se encuentran ausentes (Figs. 13, 14 y 15). En la Fase IIIA del CE XVI a se observa que los morfotipos pertenecientes a hojas y tallos de gramíneas son más abundantes que los de inflorescencias, excepto en las muestras 50946 y 50451-C. Este patrón se repite en el CE XVI b en el que, de las muestras estudiadas de ambas fases cronoculturales, solo la 501006, 50392 y sus respectivas muestras de control presentan un mayor grado de morfologías características de inflorescencias. Lo mismo ocurre en la muestra 44203 del CE XIV b, con una proporción del 48 %, así como en el CE XVI b (50392, 50392-C y 50191-C, aunque esta última no llega al umbral mínimo de 50 fitolitos), donde se alcanza una proporción de hasta el 52 %. En el CE XI g se constata una situación similar; no obstante, en este caso las muestras no alcanzan el mínimo requerido de 50 fitolitos (Figs. 11, 12, 16 y 17). En el CE XVI g el porcentaje de fitolitos característicos de hojas y tallos supera al de inflorescencias, pero la mayor parte de las muestras no alcanzan el mínimo de 50 fitolitos, haciéndolo solo la 50880, 50881, 501015-C y 50991-C (Figs. 10 y 13).

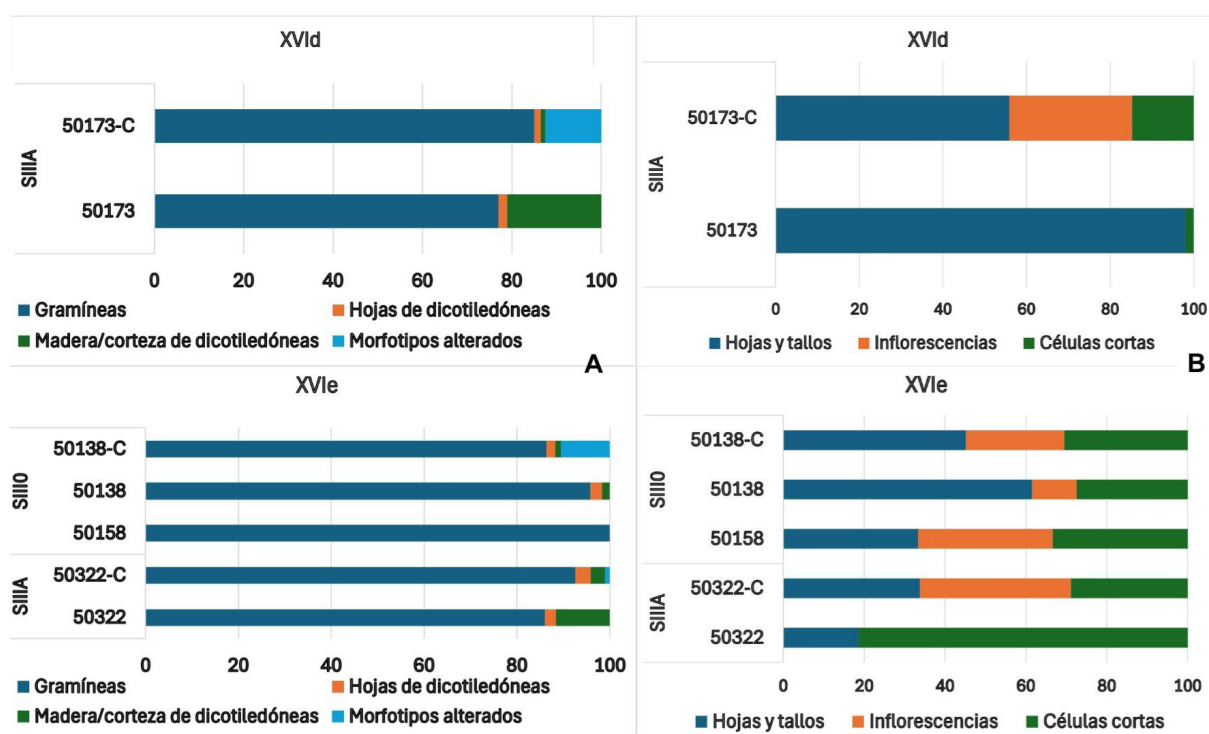


Figura 14. A) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) de los sectores d y e del CEXVI. B) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en los sectores a y b del CEXVI.

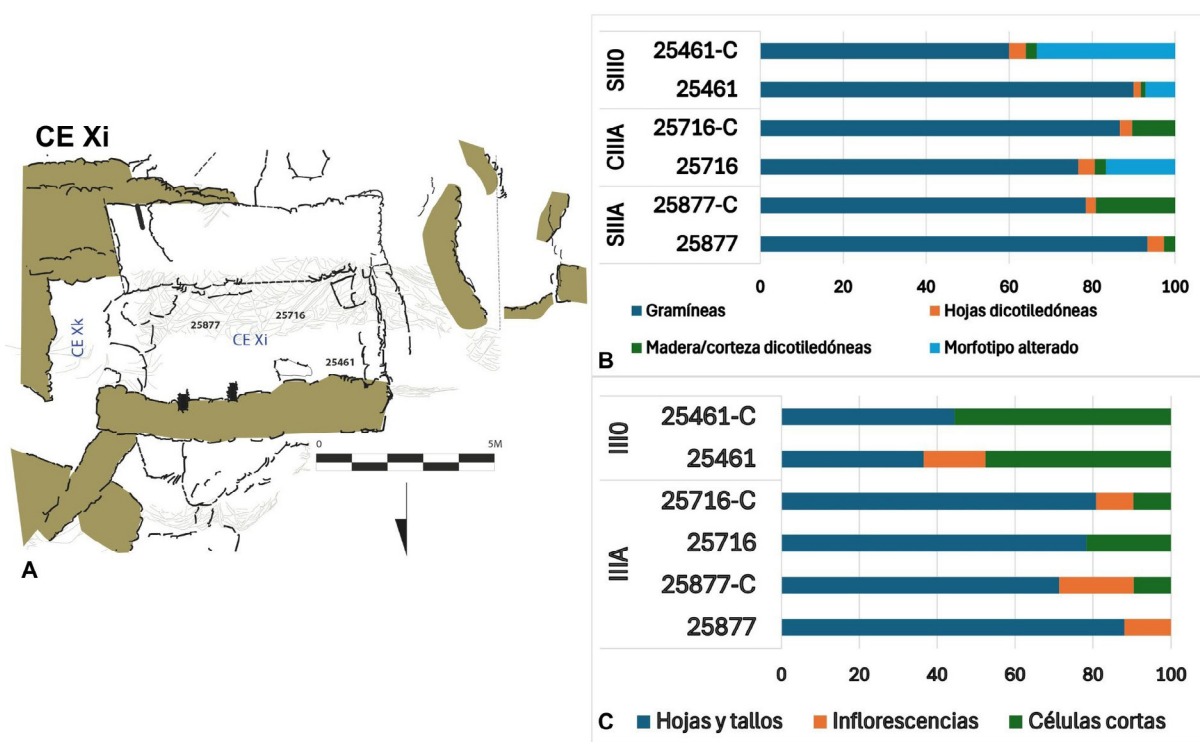


Figura 15. A) Localización de los útiles macrolíticos analizados en el CE X, sector i. B) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) en el CE X, sector i. C) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en el CE X, sector i.

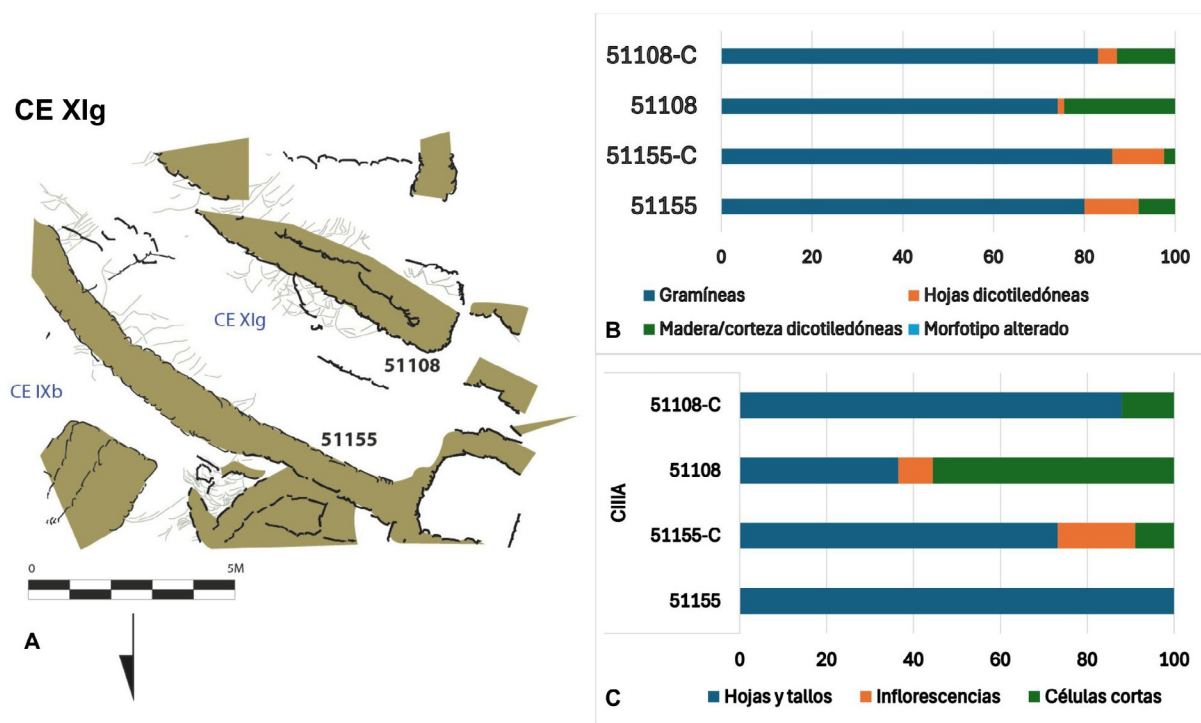


Figura 16. A) Localización de los útiles macrolíticos analizados en el CE XI, sector g. B) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las muestras (%) en el CE XI, sector g. C) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en el CE XI, sector g.

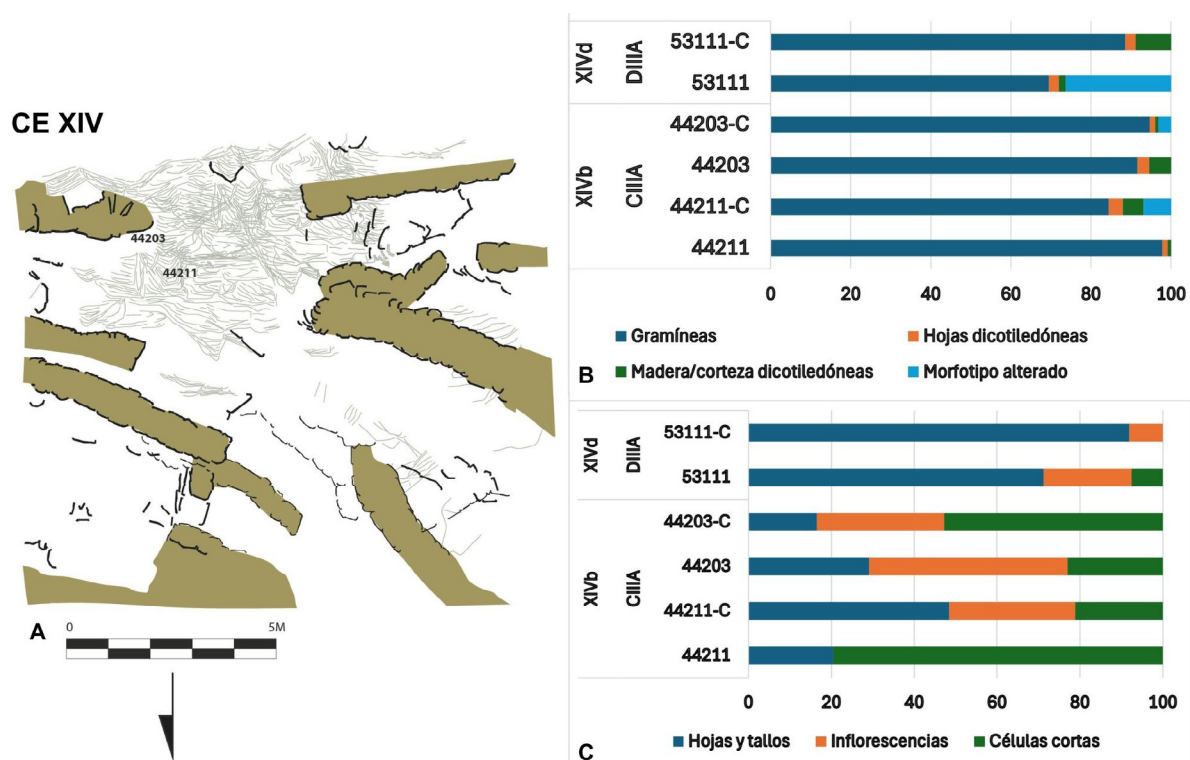


Figura 17. A) Localización de los útiles macrolíticos analizados en el CE XIV. B) Abundancia relativa de los fitolitos analizados en las diferentes muestras (%) en el CE XIV. C) Origen anatómico de los fitolitos de gramíneas analizados (%) en el CE XIV.

Además, aparecen células cortas, que al ser producidas tanto por hojas y tallos como por inflorescencias no son diagnósticas de ninguna parte anatómica en particular. Las morfologías que se evidencian son *rondels* y bilobuladas (Figs. 9.c y 9.f, respectivamente), procedentes de plantas tipo C3 (Twiss, 1992), originadas por la subfamilia Pooideae. A su vez, se observan células elongadas o de tipo ‘torre’ originadas por el género de las cebadas (*Hordeum* sp.) (Portillo *et al.*, 2014).

También se hallan morfologías características tanto de madera y corteza como de hojas de dicotiledóneas, que sugieren un componente vegetal caracterizado por una cierta diversidad. Las mayores concentraciones de fitolitos producidos por material leñoso se dan en las muestras 50173 y 50462, donde aparece un 21 % y un 23 %, respectivamente (Fig. 10).

Por último, se analizan los pseudomorfos de calcita (Tab. 2) provenientes de la combustión de material leñoso. Estos se encontraron en seis de las muestras. Las que mayor abundancia presentan son 501016-C y 50991-C. A nivel morfológico se aprecian diferentes variedades, destacando aquellas derivadas de *Quercus* sp. (98 en la muestra 501016-C y 91 en la 50991-C) (Fig. 9.i) (Portillo *et al.*, 2017a, 2021). No se han observado esferolitos calcíticos, indicadores directos de materia fecal (Canti, 1999).

Tabla 2. Descripción de las muestras y resultados de los principales del estudio de pseudomorfos de calcita.

N.º muestra	Pseudomorfos <i>Quercus</i>	Otros pseudomorfos	Pseudomorfos g sedimento
25877-C	2	0	10.000
501015-C	12	11	110.000
501016-C	98	186	1.268.000
50322-C	4	1	24.000
50451-C	0	0	0
50491-C	0	1	5.000
50787-C	0	0	0
50880-C	0	0	0
50982-C	0	0	0
50991-C	91	35	474.000

5. DISCUSIÓN

La investigación sobre los útiles vinculados a la producción y procesamiento de productos vegetales, fundamentalmente molinos, ha revelado aspectos importantes sobre la agricultura en la Cultura Argárica. Teniendo en cuenta los análisis de fitolitos realizados y las huellas de los trabajos experimentales (Dubreuil, 2002; Menasanch *et al.*, 2002; Risch, 2002; Zurro *et al.*, 2005; Delgado-Raack, 2008; Hamon, 2008; Verbaas y van Gjin, 2008; Hamon y Plisson, 2009; Bofil *et al.*, 2013), los patrones de desgaste documentados en los molinos de Peñalosa se relacionan mayoritariamente con la molturación de cereales.

Los resultados del análisis de fitolitos son coherentes con los restos macrobotánicos estudiados del yacimiento. En ellos aparece representada en mayor proporción la cebada de seis carreras, predominando la variedad vestida (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*) y también restos de cebada desnuda (*H. vulgare* subsp. *nudum*). Sin embargo, en los trigos aparecen mayoritariamente los tipos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) mientras que los vestidos solo lo hacen de forma esporádica (Arnanz, 1991; Peña-Chocarro, 2000a, 2000b). A nivel carpológico se encuentran también restos de mijos/panizo, lo que concuerda con los restos microfósiles correspondientes con la subfamilia Panicoideae (Peña-Chocarro, 2000a, 2000b). Pese a ello, recientes investigaciones ponen en duda la presencia de mijos en este yacimiento (Alonso y Pérez-Jordà, 2023). La recuperación de fitolitos de esta subfamilia podría ser consecuencia de la presencia de maleza, hierbas silvestres o de su introducción junto a la cebada y el trigo, además de por la existencia de mijo o del propio suelo de cultivo. Esto, unido a la aparición de restos de tallos y hojas en prácticamente todas las muestras analizadas, podría

indicar la realización de una siega a baja altura, en la que todos estos elementos se preservarían, como sugiere el estudio carpológico de Peña-Chocarro (2000a, 2000b). Sin embargo, esta hipótesis debe ser tomada con cautela.

Los resultados macrobotánicos de Peñalosa difieren relativamente de otros yacimientos del Alto Guadalquivir para esta cronología, por ejemplo, los de la comarca de la Loma en Jaén, las Eras del Alcázar y el Cerro del Alcázar, donde la cantidad de trigo desnudo es mayor que la de cebada vestida (Montes Moya, 2011). Igual ocurre en la región de Granada (Buxó, 1997; Rovira, 2007). En cambio, en yacimientos del área murciana y almeriense predomina la cebada vestida frente a la desnuda, en los casos de Rincón de Almendricos (Lorca, Murcia) (Ayala, 1991), Gatas (Turre, Almería) (Castro *et al.*, 1999; Clapham *et al.*, 1999), Loma del Tío Ginés (Puerto Lumbreras, Murcia) (Martínez, 1999) y Fuente Álamo (Cuevas del Almanzora, Almería) (Stika, 1988, 2000).

Por otra parte, los estudios antracológicos indican la presencia de encinares con abundantes alcornoques. Este dato es coherente con los pseudomorfos de calcita encontrados en dos de las muestras, correspondientes con *Quercus* sp. (Rodríguez-Ariza y Contreras, 1992; Rodríguez-Ariza, 2010).

La escasa presencia y el tamaño reducido de fitolitos multicelulares puede relacionarse con la degradación mecánica sufrida durante los procesos de descascarillado y molturación, tal y como demuestran los trabajos experimentales. En ellos se aprecia que el tamaño de los fitolitos multicelulares decrece conforme se suceden los distintos tratamientos del grano hasta llegar a la harina (Portillo *et al.*, 2013, 2017b). Además, en los fitolitos multicelulares de las muestras de Peñalosa, la decoración de los elongados dendríticos característicos de las inflorescencias de Poaceae está afectada por fragmentación y por efectos de disolución. Ello quizá sea consecuencia de alteraciones asociadas con los procesos de molienda y/o los procesos deposicionales y postdeposicionales debido a la fragilidad de estos morfotipos (Cabanés *et al.*, 2011; Cabanés y Shahack-Gross, 2015).

La discordancia entre el número de molinos y manos identificados en el conjunto podría explicarse por el uso predominante de manos de madera, que no se conservan en el registro arqueológico. Su utilización ha sido identificada en varios asentamientos del sur de la península ibérica desde el Neolítico Reciente (Aranda *et al.*, 2012) hasta la Edad del Cobre (Risch, 2008; Martínez-Sevilla *et al.*, 2020). Además, el empleo mayoritario de este tipo de útiles en yacimientos argáricos se ha propuesto previamente (Delgado-Raack y Risch, 2016). La experimentación con manos de moler de madera dura ha revelado que son igual de eficientes que las de piedra. Incluso, generan un menor desgaste sobre las superficies de los molinos y, por tanto, menos residuos en las harinas y salvados producidos (Risch, 2002; Delgado-Raack, 2008). En el conjunto de útiles de molienda de Peñalosa, las huellas de uso y las actividades realizadas se asemejan a otros contextos argáricos donde prima la eficiencia de los trabajos de molturación.

En síntesis, los resultados de este trabajo sugieren que los útiles empleados en la molienda se confeccionaron en el propio asentamiento. La tecnología de elaboración y mantenimiento sería simple y requeriría del mínimo esfuerzo, tanto en el aprovisionamiento de los soportes naturales, como en la fabricación de los útiles. La accesibilidad a la materia prima en el entorno del poblado favoreció que no se reutilizaran los útiles de manera frecuente. La producción en el yacimiento de un alto número de los útiles implicados en la actividad de molienda, como molinos, manos o bujardas, pone de manifiesto la importancia económica de esta actividad doméstica. Además, al ser de baja especialización, no necesitaba la participación de artesanos especializados.

Desde el punto de vista espacial, aunque el tamaño de la muestra es limitado con respecto al conjunto del poblado, en el GE XVI se ha observado una concentración de elementos vinculados al procesado de cereales en la zona norte de la vivienda. Esta área se corresponde con la zona de menor soleamiento de la cabaña, donde la temperatura sería más baja, circunstancia que podría relacionarse con las propias necesidades de conservación del cereal (FAO, 1993). En lo que se refiere a la cronología de uso del poblado, los resultados obtenidos no evidencian variaciones significativas en las características morfológicas de los molinos ni en los patrones de procesado de cereales a lo largo de las distintas fases

de ocupación documentadas en los Complejos Estructurales. Tampoco se han identificado diferencias en las especies vegetales procesadas entre las diferentes fases, lo que sugiere una continuidad en las prácticas agrícolas y alimentarias durante al menos tres siglos de ocupación. Esta homogeneidad tecnológica y funcional podría reflejar la estabilidad de las estrategias de subsistencia en el seno de las comunidades argáricas, sustentadas en la producción cerealista y el mantenimiento de tradiciones técnicas consolidadas.

6. CONCLUSIÓN

El estudio de los útiles de molienda del yacimiento de Peñalosa ha permitido profundizar en el conocimiento de las prácticas agrícolas de la Cultura Argárica. Los análisis de las huellas de uso y de los fitolitos confirman la molturación de especies de la subfamilia Poaceae, fundamentalmente, la cebada vestida. Esto se encuentra en consonancia con los restos macrobotánicos recuperados en el registro arqueológico. Además, la presencia ocasional de restos de la subfamilia Panicoideae parece más asociada a malas hierbas que a cultivos intencionados, apoyando la hipótesis de una siega a baja altura.

Los resultados sugieren una gran adaptación local en referencia a la elección y manufactura de útiles. Esta se caracteriza por una tecnología de elaboración sencilla con el uso de materias primas accesibles en el entorno inmediato, lo que minimiza la necesidad de reutilización. La premisa del uso de manos de madera, de difícil conservación, puede explicar la discordancia aparente entre el número de molinos y de manos documentadas. La producción local de los útiles y la eficiencia en su uso reflejan la importancia económica de esta labor en el contexto agrícola del asentamiento. Los restos de molienda sugieren que esta actividad formaba parte de la vida doméstica cotidiana, con escasa especialización técnica. La ausencia de evidencias de producción artesanal especializada indica que el procesamiento de cereales se realizaba principalmente para autoconsumo, lo que coincide con modelos interpretativos de otros yacimientos argáricos. La relevancia socioeconómica de las labores de subsistencia de las sociedades argáricas queda patente en el gran volumen de útiles asociados y en la optimización de su uso, que refleja patrones consistentes en todo el ámbito del sureste peninsular durante la Edad del Bronce.

Información complementaria ↑

Fuentes de financiación

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades con el contrato predoctoral (FPU21/03162) y el proyecto ‘Cocinando nuevas propuestas. Estudio diacrónico de las prácticas alimenticias en la Prehistoria Reciente del sureste de la península ibérica’ (C-HUM-354-UGR23) subvencionado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Material suplementario

En el sitio web de la revista se incluye un anexo en Excel con dos tablas:

- AC1: Útiles macrolíticos estudiados del asentamiento de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén).
- AC2: Muestras de fitolitos analizadas de los útiles macrolíticos de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén).

Disponibilidad de datos

No procede.

Agradecimientos

Agradecemos a Guillermo Marín la ayuda prestada en los laboratorios IMF-CSIC y a Ada Quero el apoyo proporcionado en la toma de algunas muestras a Victoria García-Martínez. Asimismo, damos las gracias a los estudiantes que colaboraron junto a Francisco Martínez-Sevilla en el estudio de los materiales macrolíticos: Antonio Peralta Gómez, Victoria Sáez Jover, Catalina Paz Salas Olivares y Sara María Vacas Campos. Finalmente, también agradecemos los comentarios de los/as revisores/as anónimos/as y las

correcciones del equipo editorial de la revista que han mejorado la calidad de este trabajo.

Declaración de contribución de autoría

Victoria García-Martínez: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, administración de proyecto, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Francisco Martínez-Sevilla: análisis formal, investigación, metodología, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Marta Portillo: conceptualización, metodología, redacción – revisión y edición.

Francisco Contreras: conceptualización, redacción – revisión y edición.

Declaración de conflicto de intereses

Las/os autoras/es declaran que no tienen intereses económicos ni relaciones personales que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Declaración de uso de Inteligencia Artificial

No procede.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J. L. (1989). "Methods for improving ground stone artifacts analysis: experiments in mano wear patterns". En: Amick, D. S. y Mauldin, R. P. (Eds.). *Experiments in Lithic Technology*. British Archaeological Reports International Series, 528. Oxford: Archaeopress, pp. 259-281.
- 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". En: Sterneke, F., Eigeland, L. y Costa L. J. (Eds.). *Non-Flint raw material uses in Prehistory. Old prejudices and new directions*. British Archaeological Reports International Series, 1939. Oxford: Archaeopress, pp. 43-66.
- Albert, R. M., Ruiz, J. A. y Sans, A. (2016). "PhytCore ODB: a new tool to improve efficiency in the management and exchange of information on phytoliths". *Journal of Archaeological Science*, 68, pp. 98-105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.10.014>
- Albert, R. M., Shahack-Gross, R., Cabanes, D., Gilboa, A., Lev-Yadun, S., Portillo, M.... y Weiner S. (2008). "Phytolith-rich layers from the Late Bronze and Iron Ages at Tel Dor (Israel): mode of formation and archaeological significance". *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 57-75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.02.015>
- Albert, R. M. y Weiner S. (2001). "Study of phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach". En: Meunier, J. D. y Colin, F. (Eds.). *Phytoliths, applications in earth sciences and human history*. Lisse (Netherlands): AA Balkema, pp. 251-266.
- Alday, A., Macià, L., Portillo, M., Albert, R. M. y Perales, U. (2014). "Agricultura Neolítica: a propósito de un molino del yacimiento de Atxoste (Álava, País Vasco)". *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 65, pp. 79-97. DOI: <https://doi.org/10.21630/maa.2014.65.06>
- Alonso, N. y Pérez-Jordà, G. (2023). "The Origins of Millet Cultivation (*Panicum miliaceum* and *Setaria italica*) along Iberia's Mediterranean Area from the 13th to the 2nd Century BC". *Agronomy*, 13 (2), 584. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020584>
- Alanda, G., Cálalich, M. D., Martín-Socas, D., Morgado, A., Martínez-Sevilla, F., Lozano, J. A.... y Román, J. (2012). *La Loma (Íllora, Granada). Un yacimiento de fosas del VI-IV milenios cal B.C.* Monografías de Arqueología. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Cultura.
- Arnanz, A. (1991). "Materiales carpológicos del yacimiento de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". *Trabajos de Prehistoria*, 48, pp. 405-418. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.1991.v48.i0.538>.

- Ayala Juan, M. M. (1991). *El poblamiento argárico en Lorca. Estado de la cuestión*. Lorca: Ayuntamiento de Lorca / Real Academia Alfonso X El Sabio.
- Ball, T. B., Chandler-Ezell, K., Dickau, R., Dickau, R., Duncan, N., Hart, T. C.... y Zhang, J. (2016). "Phytoliths as a tool for investigations of agricultural origins and dispersals around the world". *Journal of Archaeological Sciences*, 68, pp. 32-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.010>
- Ball, T. B., Ehlers, R. y Standing, M. D. (2009). "Review of typologic and morphometric analysis of phytoliths produced by wheat and barley". *Breeding Science*, 59 (5), pp. 505-512. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.59.505>
- Bofill, M., Procopiou, H., Vargiolu, R. y Zahouani, H. (2013). "Use-wear analysis of Near Eastern prehistoric grinding stones". En: Anderson, P. C., Cheval, C. y Durand, A. (Eds.). *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux*. Actes des Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire et d'Antibes. Antibes: Éditions APDCA, pp. 225-242.
- Brown, D. A. (1984). "Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the central United States". *Journal of Archaeological Science*, 11, pp. 345-368. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(84\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(84)90016-5)
- Buxó, R. (1997). *Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la península ibérica*. Barcelona: Crítica.
- Cabanes, D. y Shahack-Gross R. (2015). "Understanding Fossil Phytolith Preservation: The Role of Partial Dissolution in Paleoecology and Archaeology". *PLOS One*, 10 (5), e0125532. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125532>
- Cabanes, D., Weiner, S. y Shahack-Gross, R. (2011). "Stability of phytoliths in the archaeological record: a dissolution study of modern and fossil phytoliths". *Journal of Archaeological Science*, 38 (9), pp. 2480-2490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.05.020>
- Canti, M. G. (1999). "The production and preservation of faecal spherulites: animals, environment and taphonomy". *Journal of Archaeological Sciences*, 26, pp. 251-258. DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0322>
- Carrión Méndez, F. (2000). "La industria de piedra trabajada de Peñalosa". En: Contreras, F. (Ed.). *Proyecto Peñalosa. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y depresión Linares- Bailén*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 141-158.
- Castro, P. V., Chapman, R. W., Gili, S., Lull, V., Micó, R., Rihuete, C.... y Sanahuja, M. E. (1999). "Agricultural production and social change in the Bronze Age of southeast Spain: The Gatas Project". *Antiquity*, 73, pp. 846-856. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0003598x00065583>
- Clapham, A. J., Jones, M. J., Reed, J. y Tenas i Busquets, M. (1999). "Análisis carpológico del proyecto Gatas". En: Castro, P. V., Chapman, R. W., Gili, S., Lull, V., Micó, R., Rihuete, C.... y Sanahuja, M. E. (Eds.). *Proyecto Gatas 2. La dinámica arqueoecológica de la ocupación prehistórica*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 311-319.
- Clemente Conte, I., Gibaja Bao, J. F. y Vila i Mitjà, A. (1999). "Análisis funcional de la industria lítica tallada procedente de los sondeos de Gatas". En: Castro, P. V., Chapman, R. W., Gili, S., Lull, V., Micó, R., Rihuete, C.... y Sanahuja, M. E. (Eds.). *Proyecto Gatas 2. La dinámica arqueoecológica de la ocupación prehistórica*. Sevilla: Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, pp. 341-347.
- Clemente, I., Risch, R. y Zurro, D. (2002). "Complementariedad entre análisis de residuos y trazas de uso para la determinación funcional de los instrumentos macrolíticos: su aplicación a un ejemplo etnográfico del país Dogón (Mali)". En: Clemente, I., Risch, R. y Gibaja J. F. (Coords.). *Análisis funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. British Archaeological Reports International Series, 1073. Oxford: Archaeopress, pp. 87-96.
- Cnats, D. y Rots, V. (2018). "Extracting residues from stone tools for optical analysis: towards an experiment-based protocol". *Archaeological and Anthropological Sciences* 10, pp. 1717-1736. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0484-7>
- Contreras, F. (2012). "Los grupos argáricos de la Alta Andalucía: patrones de asentamiento y urbanismo. El poblado de Peñalosa (Baños de la Encina. Jaén)". *Anales de Arqueología de la Universidad de Murcia*, 25-26, pp. 49-76.

- Contreras, F., Moreno A., Alarcón, E., Arboledas, L., Mora, A., García, A.... y Cortés, H. (2011). "El poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). Informe de las campañas 7ª, 8ª y 9ª (2009, 2010 y 2011)". En: *Anuario Arqueológico de Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Contreras, F., Moreno, A., Arboledas, L., Alarcón, E., Mora, A., y Padilla, J. J. (2014). "Un poblado de la Edad del Bronce que tiene mucho que decir, Peñalosa: últimas novedades en la acrópolis oriental". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, pp. 347-390. DOI: <https://doi.org/10.30827/cpag.v24i0.4103>
- Cristiani, E. y Zupancich, A. (2021). "Sandstone ground stone technology: a multi-level use wear and residue approach to investigate the function of pounding and grinding tools". *Journal of Method Theory*, 28, pp. 704-735. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10816-020-09488-1>
- Delgado-Raack, S. (2008). *Prácticas económicas y gestión social de recursos (macro)líticos en la prehistoria reciente (III-I milenios AC) del Mediterráneo occidental*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/5528#page=1>
- Delgado-Raack, S. (2013). *Tecnotipología y distribución espacial del material macrolítico del Cerro de la Virgen de Orce (Granada). Campañas 1963-1970. Una aproximación paleoeconómica*. British Archaeological Reports International Series, 2518. Oxford: Archaeopress.
- Delgado-Raack, S. y Risch, R. (2015). "Social change and subsistence production in the Iberian Peninsula during the 3rd and 2nd millennium BCE". En: Kneisel, J., Kirleis, W., del Corso, M., Scholz, H., Taylor, N. y Tiedtke, V. (Eds.). *Setting the Bronze Age Table: Production, Subsistence, Diet and their Implications for European Landscapes*. Proceedings of the International Workshop Socio Environmental Dynamics over the Last 12,000 Years: The Creation of Landscapes III, (15-18 April 2013 Kiel). Kiel: Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie Kiel, pp. 21-46.
- Delgado-Raack, S. y Risch, R. (2016). "Bronze Age cereal processing in Southern Iberia: A material approach to the production and use of grinding equipment". *Journal of Lithic Studies*, 3, pp.125-145. DOI: <https://doi.org/10.2218/jls.v3i3.1650>
- Dubreuil, L. (2002). *Étude fonctionnelle des outils de broyage natoufiens: nouvelles perspectives sur l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient*. Tesis doctoral. Université Bordeaux I. Disponible en: <https://theses.fr/2002BOR12546>
- Dubreuil, L. (2004). "Long-term trends in Natufian subsistence: a use-wear analysis of ground stone tools". *Journal of Archaeological Science*, 31, pp. 1613-1629. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.04.003>
- Dubreuil, L., Savage, D., Delgado-Raack, S., Plisson, H., Stephenson, B., y de la Torre, I. (2015). "Current analytical frameworks for studies of use-wear on ground stone tools". En: Marreiros, J. M., Gibaja, J. F. y Ferreira, N. (Eds.). *Use-wear and residue analysis in archaeology*. New York: Springer International Publishing, pp. 105-158.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Santiago de Chile: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Fullagar, R., Field, J., y Kealhofer, L. (2016). "Grinding stones and seeds of change: starch and phytoliths as evidence of plant food processing". En: Rowan, Y. M. y Ebeling, J. R. (Eds.). *New approaches to old stones. Recent studies of ground stone artifacts*. London: Routledge, pp. 159-172.
- Gadekar, C., García-Granero, J. J., Madella, M., Lancelotti, C., Veasar G. M., Chandio T. A., y Zurro, D. (2023). "Phytoliths and lithics: An alliance of convenience? Performing first comprehensive residue analysis for the artefacts of the Indus Civilisation". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 52, pp. 104254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104254>
- García, D., Lozano, J. A., Carrión, F. y López, C. F. (2010). "Aprovisionamiento de georrecursos en la cuenca alta del río Rumblar (Jaén) en el II milenio a. C.". En: Domínguez-Bella, S., Ramos J., Gutiérrez J. M. y Pérez M. (Eds.). *Minerales y rocas en las sociedades prehistóricas*. Cádiz: Universidad de Cádiz, pp. 321-330.
- García, D., Lozano, J. A., López, C. F. y Carrión, F. (2004). "Prospección de recursos líticos y sistemas de aprovisionamiento en la Cuenca Alta del Río Rumblar (Jaén)". En: *Anuario Arqueológico de Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 2308-2315.

- Gibaja, J. F. (2002). "Análisis del material lítico tallado de Fuente Álamo". En: Risch, R. (Ed.). *Recursos naturales, medios de producción y explotación social. Un análisis económico de la industria lítica de Fuente Álamo (Almería), 2250-1400 ANE*. Madrid: Iberia Archaeologica, pp. 163-177.
- Hamon, C. (2008). "Functional analysis of stone grinding and polishing tools from the earliest Neolithic of north-western Europe". *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 1502-1520. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.10.017>
- Hamon, C. (2022). "Use-wear analysis of grinding tools and the exploration of plant processing in the Neolithic of Europe: state of the art and perspectives". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 43, 103471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103471>
- Hamon, C. y Plisson, H. (2009). "Functional analysis of grinding stones: The blind test". En: Longo, L. y Skakun, N (Eds.). *Prehistoric Technology 40 years later: Functional studies and the Russian legacy*. Verona: Museo Civico di Verona y Università degli Studi di Verona, pp. 29-38.
- Harvey, E. y Fuller, D. (2005). Investigating crop processing using phytolith analysis: the example of rice and millets. *Journal of Archaeological Sciences*, 32 (5), pp. 739-752. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.12.010>
- Henry, A. G. (2020). "Starch granules as markers of diet and behavior". En: Henry, A. G. (Ed.). *Handbook for the Analysis of Micro-particles in Archaeological Samples, Interdisciplinary Contributions to Archaeology*. Cham: Springer International Publishing, pp. 97-116. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42622-4>
- Jenkins, E. (2009). "Phytolith taphonomy: a comparison of dry ashing and acid extraction on the breakdown of conjoined phytoliths formed in *Triticum durum*". *Journal of Archaeological Science*, 36 (10), pp. 2402-2407. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.06.028>
- Katz, O., Cabanes, D., Weiner, S., Maeir, A. M., Boaretto, E. y Shahack-Gross, R. (2010). "Rapid phytolith extraction for analysis of phytolith concentrations and assemblages during an excavation: an application at tell es-Safi/Gath, Israel". *Journal of Archaeological Science*, 37, pp. 1557-1563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.01.016>
- Martínez Sánchez, C. (1999). "El poblado argárico de la Loma del Tío Ginés". *Memorias de Arqueología*, 9, pp. 162-205.
- Martínez-Sevilla, F. (2018). *Brazaletes de piedra neolíticos en la península ibérica (VI-V milenio a. C.): tecnología, funcionalidad y circulación* [Neolithic stone bracelets in the Iberian peninsula (6th–5th millennium BC): technology, functionality and circulation]. British Archaeological Reports International Series, 2913. Oxford: Archaeopress.
- Martínez-Sevilla, F., García-Sanjuán, L., Lozano, J. A., Martínez-Jordán, J. M., Scarre, C., Vargas, J. M.... y López, L. (2020). "A new perspective on Copper Age technology, economy and settlement. Grinding tools at the Valencina Mega-Site". *Journal of World Prehistory*, 33, pp. 513-559. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10963-020-09150-4>
- Martínez-Sevilla, F. y Linares-Catela, L. (2023). "Life and death of the macrolithic tools from the 3rd millennium cal BC necropolis of La Orden-Seminario in southwest Spain". *Cambridge Archaeological Journal*, 34 (1), pp. 83-110. DOI: <https://doi.org/10.1017/S095977432300015X>
- Menasanch, M., Risch, R. y Soldevilla J. A. (2002). "Las tecnologías del procesamiento de cereal en el sudeste de la península ibérica durante el III y II milenio ANE". En: Treuil, R. y Procopiou, H. (Eds.). *L'identification fonctionnelle de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Vol. 1. Méthodes. Paris: Comité des Travaux Historiques et Scientifiques (CTHS), pp. 81-110.
- Montes Moya, E. M. (2011). "Agricultura del III y II milenio ANE en la Comarca de la Loma (Jaén): Datos carpológicos de las Eras del Alcázar (Úbeda) y Cerro del Alcázar (Baeza)". *Menga*, 2, pp. 87-107.
- Moreno, A., Alarcón, E. y Contreras, F. (2012). "La metalurgia y otras actividades de mantenimiento en una casa argárica. El complejo estructural XVIa de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". *Antiquitas*, 24, pp. 95-116.
- Moreno, A., Contreras, F., Cámara, J. A., Arboledas, L., Alarcón, E. y Sánchez, M. (2008). "Nuevas aportaciones al estudio del control del agua en la Edad del Bronce. La cisterna de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 18, pp. 371-395. Morgado, A. y

- Martínez-Sevilla, F. (2013). "¿Percutores, astillados sobre núcleos o bujardas? Las bujardas de sílex de la Prehistoria Reciente de la península ibérica: definición, experimentación y significado tecnoeconómico". En: Palomo, A., Piqué, R. y Terradas, X. (Eds.). *Experimentación en arqueología. Estudio y difusión del pasado*. Sèrie Monogràfica del MAC. Girona: Museu d'Arqueologia de Catalunya, pp. 97-107.
- Mulholland, S. C. y Rapp, G. (1992). "A morphological classification of grass silica-bodies". En: Rapp, G. y Mulholland, S. C. (Eds.). *Phytolith systematics: emerging issues, advances in archaeological and museum science*. New York: Plenum Press, pp. 65-89.
- Neumann, K., Strömberg, A. E. C., Ball, T., Albert, R. M., Vrydaghs, L. y Scott-Cummings, L. (International Committee for Phytolith Taxonomy ICPT). (2019). "International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0.". *Annals of Botany*, 124 (2), pp. 189-199. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- Pearsall, D. M., Chandler-Ezell, K. y Zeidler, J. A. (2004). "Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site". *Journal of Archaeological Science*, 31, pp. 423-442. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.09.010>
- Peña-Chocarro, L. (2000a). "Agricultura y alimentación vegetal en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". *Complutum*, 11, pp. 209-219. DOI : <https://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/39642>
- Peña-Chocarro, L. (2000b). "El estudio de las semillas de Peñalosa". En: Contreras Cortés, F. (Coord.). *Proyecto Peñalosa. Análisis Histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y depresión Linares-Bailén*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 237-256.
- Perry, L. (2004). "Starch analyses reveal the relationship between tool type and function: an example from the Orinoco valley of Venezuela". *Journal of Archaeological Science*, 31, pp. 1069-1081. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.01.002>
- Piperno D. R. (2006). *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Lanham (MD): Altamira Press.
- Piperno, D., Weiss, E., Holst, I. y Nadel, D. (2004). "Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis". *Nature*, 430, pp. 670-673. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature02734>
- Portillo, M., Ball, T. B., Wallace, M., Murphy, C., Pérez-Díaz, S., Ruiz-Alonso, M.... y López-Sáez, J. A. (2019). "Advances in Morphometrics in Archaeobotany". *Environmental Archaeology*, 25 (2), pp. 246-256. DOI: <https://doi.org/10.1080/14614103.2019.1569351>
- Portillo, M., Belarte, C., Ramon, J., Kallala, N., Sanmartí, J. y Albert, R. M. (2017a). "An ethnoarchaeological study of livestock dung fuels from cooking installations in northern Tunisia". *Quaternary International*, 431, pp. 131-144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.040>
- Portillo, M., Bofill, M., Molist, M. y Albert, R. M. (2013). "Phytolith and use-wear functional evidence for grinding stones from the Near East". En: Anderson P. C., Cheval, C. y Durand, A. (Eds.). *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant working tools*. Antibes: APDCA, pp. 161-174.
- Portillo M., Dudgeon, K., Allistone, G., Raeuf Aziz, K. y Matthews, W. (2021). "The taphonomy of plant and livestock dung microfossils: an ethnoarchaeological and experimental approach". *Environmental Archaeology*, 26, pp. 439-454. DOI: <https://doi.org/10.1080/14614103.2020.1800344>
- Portillo, M., Hamon, C., García-Martínez, V., Macià, L., Remolins, G., Mazzucco, N.... y Gibaja, J. F. (2024). "Plant processing and grinding tools from the early Neolithic settlement of La Marmotta, Italy". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 59, 104788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104788>
- Portillo, M., Kadowaki, S., Nishiaki, Y. y Albert, R. M. (2014). "Early Neolithic household behaviour at Tell Seker al-Aheimar (Upper Khabur, Syria): a comparison to ethnoarchaeological study of phytoliths and dung spherulites". *Journal of Archaeological Science*, 42, pp. 107-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.038>
- Portillo, M., Llergo, Y., Ferrer, A. y Albert, R. (2017b). "Tracing microfossil residues of cereal processing in the archaeobotanical record: an experimental approach". *Vegetation History Archaeobotany*, 26, pp. 59-74. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00334-016-0571-1>

- Portillo, M. y Matthews, W. (2020). "Investigating use of space and human-animal interactions in agricultural built environments: the geo-ethnoarchaeology of livestock dung". En: Otto, A., Herles, M. y Kaniuth, K. (Eds.). *Proceedings of the 11th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East*. Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 497-508. Disponible en: https://centaur.reading.ac.uk/90535/9/Portillo%20%26%20Matthews_2020%20proofs.pdf
- Risch, R. (1995). *Recursos naturales y sistemas de producción en el sudeste de la península ibérica entre 3000 y 1000 ANE*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/36864>
- Risch, R. (2002). *Recursos Naturales, Medios de Producción y Explotación Social. Un Análisis Económico de la Industria Lítica de Fuente Álamo (Almería), 2250-1400 Antes de Nuestra Era*. Iberia Archaeologica, 3. Mainz: Zabern.
- Risch, R. (2008). "Grain processing technologies and economic organisation: a case study from the south-east of the Iberian Peninsula during the Copper Age". *The Arkeotek Journal*, 2 (2), pp. 1-20.
- Rodríguez Ariza, M. O. (2010). "Análisis antropológico de Peñalosa". En: Contreras, F. (Ed.). *Proyecto Peñalosa. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y depresión Linares- Bailén*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 257-270.
- Rodríguez-Ariza, M. O. y Contreras Cortés, F. (1992). "Contrastación antracológica entre diferentes complejos estructurales del yacimiento de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)". En: *Actas Primeras Jornadas sobre Arqueología medioambiental a través de los macrorrestos vegetales, Madrid 1991*, pp. 37-47.
- Rosen, A. M. (1992). "Preliminary identification of silica skeletons from Near Eastern archaeological sites: an anatomical approach". En: Rapp, G. y Mulholland, S. C. (Eds.). *Phytolith systematics: emerging issues, advances in archaeological and museum science*. New York: Plenum Press, pp. 129-148.
- Rovira, N. (2007). *Agricultura y gestión de los recursos vegetales en el sureste de la península ibérica durante la Prehistoria Reciente*. Tesis Doctoral. Universidad Pompeu Fabra. Disponible en <https://www.tdx.cat/handle/10803/7468#page=1>
- Shillito, L. M. (2011). "Taphonomic observations of archaeological wheat phytoliths from Neolithic Çatalhöyük, Turkey, and the use of conjoined phytolith size as an indicator of water availability". *Archaeometry*, 53, 3, pp. 631-641. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00582.x>
- Stika, H. P. (1988). "Botanische Untersuchungen in der bronzezeitlichen Höhensiedlung Fuente Álamo". *Madridrer Mitteilungen*, 29, pp. 21-76.
- Stika, H. P. (2000). Resultados arqueobotánicos de la campaña de 1988 en Fuente Álamo. En: Schubart, H, Arteaga, O. y Pingel, V. (Eds.). *Fuente Álamo: las excavaciones arqueológicas 1977-1991 en el poblado de la Edad del Bronce*. Sevilla: Consejería de Cultura, pp. 183-221.
- Tsartsidou, G., Lev-Yadun, S., Albert, R., Rosen, A. M., Efstratiou, N. y Weiner, S., (2007). "The phytolith archaeological record: strengths and weaknesses evaluated based on a quantitative modern reference collection from Greece". *Journal of Archaeological Science*, 34, pp. 1262-1275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.017>
- Twiss, P. C. (1992). "Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths". En: Rapp, G. y Mulholland, S. C. (Eds.). *Phytolith systematics: emerging issues, advances in archaeological and museum science*. New York: Plenum Press, pp. 113-128.
- Twiss, P. C., Suess, E. y Smith, R. M. (1969). "Morphological classification of grass phytoliths". *Soil Science Society of America Journal*, 33, pp. 109-115. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1969.03615995003300010030x>
- Vera, J. A. (1994). "Geología de Andalucía". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2.2-2.3, pp. 306-316.
- Verbaas, A. y Van Gijn, A. (2008). "Querns and other hard stone tools from Geleen-Janskamperveld". En: Van de Velde, P. (Ed.). *Excavations at Geleen-Janskamperveld 1990/1991*. Leiden: University of Leiden, pp. 191-204.

- Zurro, D. (2006). "El análisis de fitolitos y su papel en el estudio del consumo de recursos vegetales en la prehistoria: bases para una propuesta metodológica materialista". *Trabajos de Prehistoria*, 63 (2), pp. 35-54. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.2006.v63.i2.16>
- Zurro, D., Risch, R. y Clemente-Conte, I. (2005). "Analysis of an archaeological grinding tool: What to do with archaeological artefacts". En: Terradas, X. (Ed.). *Lithic toolkits in ethnoarchaeological contexts*. British Archaeological Reports International Series, 1370. Oxford: Archaeopress, pp. 57-64.