

Nuevas referencias cronométricas para el yacimiento de Buenavista (Teguise, Lanzarote): contrastando la fiabilidad del método de datación ¹⁴C a través de análisis de fitolitos, coprolitos y osteológicos

New chronometric references for the Buenavista archaeological site (Teguise, Lanzarote): contrasting the reliability of the ¹⁴C dating method through analysis of phytoliths, coprolites and osteology

PABLO ATOCHE PEÑA
Catedrático de Prehistoria
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Ciencias Históricas
Plaza de la Constitución s/n
35003 Las Palmas de Gran Canaria
<https://orcid.org/0000-0001-6608-1585>
pablo.atoche@ulpgc.es

PALOMA CUELLO DEL POZO
Doctoranda del Texas A&M University.
College Station
Laboratorio de Palinología. Departamento
de Antropología
<https://orcid.org/0000-0001-7540-5668>
palomacuello@tamu.edu

FANY C. TALAVERA DÁVILA
Doctoranda del Programa de Doctorado
de la ULPGC-ULL-UMa-UAç «Islas
Atlánticas. Historia, Patrimonio y Marco
Jurídico Institucional»
<http://orcid.org/0000-0002-2539-6713>
fany.talavera101@alu.ulpgc.es

M^a. ÁNGELES RAMÍREZ RODRÍGUEZ
Miembro del Grupo de Investigación
de la ULPGC «G9. Historia. Economía y
Sociedad»
Integrante del grupo de trabajo del
proyecto GOB-ESP2021-02
<https://orcid.org/0000-0002-2621-7449>
angelesramirez57@gmail.com

ALBERTO J. MARTÍN RODRÍGUEZ
Conservador del Instituto Canario de
Bioantropología. Museos de Tenerife
Organismo Autónomo de Museos y
Centros del Cabildo de Tenerife
<https://orcid.org/0000-0002-2630-5529>
amartinr@museosdetenerife.org

PEDRO F. MÉNDEZ GUERRA
Doctorando del Programa de Doctorado
de la ULPGC-ULL-UMa-UAç «Islas
Atlánticas. Historia, Patrimonio y Marco
Jurídico Institucional»
<https://orcid.org/0000-0003-3479-4841>
pedro.mendez103@alu.ulpgc.es

JOSÉ A. AFONSO VARGAS
Colaborador de la UDI de Edafología
Departamento de Biología Animal,
Edafología y Geología
Universidad de La Laguna
<https://orcid.org/0000-0002-3808-310X>
josafonvar@gmail.com

ANTONIO BUENO GARCÍA
Doctorando del Programa de Doctorado
de la ULPGC-ULL-UMa-UAç «Islas
Atlánticas. Historia, Patrimonio y Marco
Jurídico Institucional»
<https://orcid.org/0009-0008-2904-2067>
antonio.bueno@ulpgc.es

Resumen

Centramos nuestra atención en una de las cuestiones más debatidas de la Protohistoria canaria: la cronología de los hechos arqueológicos y la fiabilidad del ¹⁴C como procedimiento para acceder a ese conocimiento. Los trabajos arqueológicos que venimos desarrollando en el yacimiento de Buenavista (Lanzarote) han proporcionado un notable número de datos que, analizados de forma interdisciplinar, proporcionan un contexto arqueológico

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO / HOW TO CITE THIS ARTICLE

Atoche, P., Ramírez, M^a.A., Afonso, J.A., Cuello, P., Martín, A.J., Bueno, A., Talavera, F.C. y Méndez, P.F. (2023): "Nuevas referencias cronométricas para el yacimiento de Buenavista (Teguise, Lanzarote): contrastando la fiabilidad del método de datación ¹⁴C a través de análisis de fitolitos, coprolitos y osteológicos". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 49(2): 131-172. <<https://doi.org/10.15366/cupauam2023.49.2.005>>.

apropiado en el que verificar la validez del uso que venimos haciendo de la datación ¹⁴C, procedimiento que nos ha proporcionado una amplia serie de fechas asociadas a conjuntos materiales indígenas integrados en secuencias estratigráficas, que también incorporan objetos importados de ámbitos culturales mediterráneos púnicos y romanos de indudable valor diagnóstico. Esos aspectos constituyen bases sólidas sobre las que intentar contrastar por diferentes vías la fiabilidad de las cronologías disponibles y añadir sentido histórico a los contextos arqueológicos indígenas, para lo que hemos partido del análisis cronométrico de cuatro muestras de diferente naturaleza recolectadas en un mismo nivel de ocupación, que a su vez serían objeto de otros procedimientos analíticos focalizados en aquellos componentes que pudieran mostrar la existencia de alteraciones en los resultados radiométricos (fitolitos, paleopólenes en coprolitos, arqueozoología...). Las deducciones alcanzadas permiten proponer algunas conclusiones positivas acerca de los análisis ¹⁴C y ponen en entredicho la tendencia a adjudicar el calificativo de vida corta/vida larga a una muestra sin que previamente se proceda a un adecuado conocimiento de las circunstancias contextuales que rodearon su deposición y posterior recuperación.

Palabras clave: Arqueología, Protohistoria, Canarias, colonización de islas, ¹⁴C, Arqueozoología, fitolitos, paleopólenes en coprolitos

Abstract

We focus our attention on one of the most debated questions of the Canary Protohistory of the Canary Island: The chronology of archaeological events and the reliability of ¹⁴C as a procedure for accessing this knowledge. The archaeological work we have been carrying out at the Buenavista site (Lanzarote) has provided a huge amount of data which, analysed in an interdisciplinary manner, contributing with an appropriate archaeological context in which to verify the validity of the use we have been making of ¹⁴C dating, a procedure which has provided us with a wide series of dates associated with indigenous material groups integrated into stratigraphic sequences which also incorporate objects imported from Mediterranean Punic and Roman culture spheres of undoubted diagnostic value. These aspects constitute solid bases on which to try to contrast the reliability of the available chronologies in different ways and to add historical meaning to the indigenous archaeological contexts, for which we have started with the chronometric analysis of four samples of different types collected at the same level of occupation, which in turn would be subject to other analytical procedures focused on those components that could show the existence of alteration in the radiometric results (phytoliths, palaeopollens in coprolites, archaeozoology...). The deductions reached let us propose some positive conclusions about the ¹⁴C analyses and call into question the tendency to assign a short/long lived label to a sample without a proper understanding of the contextual circumstances surrounding its deposition and subsequent recovery.

Key words: Archaeology, Protohistory, Canary Islands, Island Colonisation, ¹⁴C, Archaeozoology, Phytoliths, Paleopollens in Coprolites

1. Introducción

Desde hace cuatro décadas venimos desarrollando trabajos arqueológicos sistemáticos en Lanzarote, especialmente en los enclaves de El Bebedero y Buenavista, los cuales han proporcionado un completo registro cronoestratigráfico y material de las comunidades protohistóricas insulares a lo largo de 2500 años, constatándose la presencia humana en Lanzarote desde al menos el tránsito del II al I milenio a. C. (Atoche, 2009; Atoche y Ramírez, 2017b). Durante ese amplio espacio temporal se sucedieron los contactos entre la comunidad insular y navegantes vinculados a las culturas fenicio-púnica y romana, acreditados por el hallazgo de registros materiales y culturales externos asociados a los

contextos indígenas (Atoche *et alii*, 1995; Atoche y Ramírez, 2008; Atoche y Ramírez, 2011; Atoche, 2015; Atoche y Ramírez, 2017a; Atoche, 2018; Atoche y Ramírez, 2019; Atoche y Del Arco, 2021). Las dataciones obtenidas y los artefactos recuperados permiten atrasar varios siglos antes de la Era la probable fecha del inicio del poblamiento insular y relacionan el fenómeno colonizador con culturas mediterráneas de la Antigüedad tardía, obligando a revisar viejas hipótesis, cuyos defensores estiman irrelevantes las dataciones más antiguas disponibles, cuando no las ignoran, al considerarlas carentes de higiene cronométrica¹. En

¹ Una revisión sobre este debate puede consultarse en Atoche y Del-Arco (2023).

efecto, en Canarias la tradicional desconfianza hacia el método de datación ^{14}C ha propiciado que algunos investigadores descarten un elevado número de referencias cronométricas obtenidas a partir de trabajos arqueológicos sistemáticos desarrollados en las últimas décadas², mientras que valoran otras procedentes de muestras óseas humanas recuperadas en antiguas intervenciones arqueológicas sin ningún protocolo metodológico³. Esta anómala situación nos animó a continuar profundizando en una línea de trabajo que iniciamos en la segunda mitad de la década de los años 90 del siglo pasado (Arco *et alii*, 1997), centrada en la cuestión cronológica, aportando nuevos elementos a la discusión acerca de la validez del uso del método de datación ^{14}C en las islas Canarias, adquiridos de un conjunto de referencias cronométricas derivadas de muestras orgánicas recuperadas en excavaciones sistemáticas en Buenavista. Ese yacimiento dispone actualmente de una amplia serie de dataciones asociadas a contextos materiales integrados en secuencias estratigráficas, las cuales incorporan artefactos de importación procedentes de ámbitos culturales mediterráneos púnicos y romanos con límites cronológicos conocidos, características contextuales que acrecientan las posibilidades de contrastar por diferentes vías⁴ la fiabilidad de las dataciones que se les asocian y añaden sentido histórico a los conjuntos materiales indígenas.

Nuestros trabajos arqueológicos nos permiten asegurar que el radiocarbono constituye un procedimiento de datación que puede contribuir positivamente a situar en el tiempo los procesos culturales

² Para el archipiélago canario Velasco *et alii* (2020: 14-24) han contabilizado 433 dataciones, con destacadas ausencias como las de La Graciosa o Lobos, además de obviar en su interpretación los contextos arqueológicos aportados por esos yacimientos o los de Buenavista y El Bebedero.

³ Cf. p.e., Alberto *et alii*, 2022.

⁴ Tenemos en marcha un proyecto de investigación (GOB-ESP2021-02) que contempla cotejar las dataciones cronométricas obtenidas, además de con los análisis de fitolitos, coprolitos y osteológicos, mediante otros procedimientos de datación, como la termoluminiscencia a las cerámicas importadas o el arqueomagnetismo a las estructuras de combustión, y ponerlo todo ello en relación con el análisis de isótopos estables $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en restos arqueozoológicos y paleohumanos, como huella ecológica para investigar movimientos migratorios.

que se desarrollaron en Canarias con anterioridad a la conquista bajomedieval del siglo xv d. C., siempre que medie un análisis crítico de la datación obtenida y de su contexto arqueológico, el cual debe incorporar secuencias estratigráficas controladas y registros materiales bien referenciados. En ese entorno metodológico, la posibilidad que se nos presentó de disponer de muestras orgánicas de distinta naturaleza procedentes de un mismo nivel de ocupación en el yacimiento de Buenavista, en el que a su vez hemos constatado la presencia de artefactos de importación de origen cultural romano asociados a conjuntos materiales indígenas, dio pie a intentar contrastar las dataciones radiométricas con la información cronológica que reflejan los materiales externos. Partimos de cuatro muestras de diferente naturaleza recolectadas en un mismo nivel de ocupación, las cuales sometimos a análisis radiocarbónicos, de fitolitos/oxalatos de calcio, de paleopólenes y osteológicos, para posteriormente estudiar y discutir interdisciplinariamente los resultados obtenidos y contrastarlos con la información contextual arqueológica, procedimiento que debía permitirnos verificar el grado de fiabilidad del uso que venimos efectuando del método de datación basado en el ^{14}C .

La realización de análisis radiométricos a muestras coetáneas pero de diferente naturaleza habría de proporcionar resultados cercanos en el tiempo, salvo que interviniera el factor determinado por el tipo de ciclo de vida de la muestra analizada introduciendo discrepancias, posibilidad que proporcionaría la oportunidad de contrastar la viabilidad del radiocarbono como procedimiento aplicable para ubicar en el tiempo los hechos históricos que originaron el depósito arqueológico en el yacimiento de Buenavista, o en otros yacimientos de Lanzarote que dispusieran de similares características estructurales y contextuales, como El Bebedero.

2. Contexto arqueológico: el yacimiento de Buenavista

El sitio arqueológico de Buenavista se localiza en la isla de Lanzarote, en el municipio de Tegüise, aproximadamente a 1 km de la localidad de Tiagua



Figura 1. Hondonada donde se localiza el yacimiento de Buenavista, observada desde el extremo sur, con indicación de la ubicación del cercano yacimiento de El Bebedero. (Foto: P. Atoche)

Figure 1. Hollow where the Buenavista site is located, observed from the southern end, with indication of the location of the nearby El Bebedero site. (Photo: P. Atoche)

y 8 km de la costa norte de la isla. El asentamiento domina una hondonada de aproximadamente 270 m de largo, la cual se extiende de este a oeste entre las cotas 238,70 y 232,10 m s.n.m., extremo este último que, al hallarse más deprimido que su entorno, actúa como una cuenca endorreica donde se produce el depósito estacional del agua de lluvia, originando lo que en la isla se denomina una «mareta» (figura 1). La hondonada está delimitada por sucesivas peñas basálticas que alcanzan una altura máxima de 247,00 m s.n.m. en la vertiente norte y de 251,50 m s.n.m. en la vertiente sur, conectando por su extremo oriental, a través de una suave pendiente, con las llanuras de arena que forman El Jable, a una cota de 226,30 m s.n.m. La vegetación actual asociada a ese espacio está integrada por especies arbustivas y herbáceas propias del piso infracanalario árido y semi-árido, con predominio del piso biótico del tabaibal dulce (Wildpret y Arco, 1987; Arco, 1989; Arco *et alii*, 2006; Arco y Rodríguez, 2018) (figura 2).

Basándonos en la superficie excavada se constata que el establecimiento humano en Buenavista dio lugar a la gradual construcción de estructuras habitacionales en el extremo oriental de la hondonada, espacio que se encuentra libre del encharcamiento que suele producirse durante la estación de las lluvias, al situarse a una cota mayor que el extremo occidental. El asentamiento se halla a resguardo de los vientos dominantes del nor-noreste y dispone de un amplio control visual sobre El Río, brazo de mar que separa

los Riscos de Famara en Lanzarote de las costas meridionales de La Graciosa y que constituye la puerta marítima de entrada al archipiélago si se accede desde el norte. Las características fisiográficas que posee Buenavista permiten incluir al yacimiento en el patrón de localización espacial definido por la ocupación de cuencas u hoyas protegidas, donde la lluvia forma pequeñas lagunas estacionales y se originan suelos aluviales con un elevado potencial agropecuario. Esta pauta también se ha identificado en otros sitios como El Bebedero o la Caldereta de Tinache (Atoche, 1993).

El yacimiento de Buenavista se descubrió para la investigación arqueológica en 1985, cuando efectuábamos tareas de prospección y documentación arqueológicas en la localidad de Tiagua, integradas en las actividades programadas dentro de la primera campaña de excavaciones arqueológicas en El Bebedero (Atoche *et alii*, 1989). Su existencia quedó al descubierto en la década de los años 70, cuando se procedió a extraer arena («rofe») del borde oriental del edificio volcánico que configura la hoya donde se asienta Buenavista, actividad que expuso su estructura interna y un relleno arqueológico, aunque este no fue evaluado hasta 1993 cuando incorporamos el yacimiento a la Carta Arqueológica de Lanzarote que por entonces estábamos elaborando (Atoche, 1996). Por ubicación espacial y contenido artefactual, Buenavista se integra en el «Complejo arqueológico de Tiagua» (figura 3), ámbito espacio-cultural que

Vegetación potencial de Lanzarote

-  Cinturón halófilo costero de roca árido. *Frankenio ericifoliae-Zygophylo fontanesii geomicrosigmetum*
-  Saladares. *Sarcocornio perennis geomicrosigmetum; Zygophylo fontanesii-Arthrocnemo macrostachii geomicrosigmetum*. Comunidad de aguas salobres: *Enteromorpha intestinalis-Ruppium maritima*
-  Comunidades sabulícolas. *Tragano moquini sigmetum*
-  Mosaico de rocas y arenas. *Dimelaenion radiatae; Tragano moquini sigmetum*; líquenes
-  Tabaibal dulce árido. *Odontospermo intermedii-Euphorbio balsamiferae sigmetum typicum*
-  Ahulagar en lapillis. Comunidad de *Launaea arborescens*
-  Tabaibal dulce semiárido. *Odontospermo-Euphorbio balsamiferae sigmetum aeonietosum lancerottensis*
-  Acebuchal. *Convolvulo lopezosasi-Oleo cerasiformis sigmetum*
-  Vegetación hidrofítica (juncal). *Scirpo globiferi-Juncetum acuti*
-  Complejo de vegetación rupícola sobre malpaíses. *Soncho-Aeonion; Cheilanthon pulchellae*; líquenes; etc.

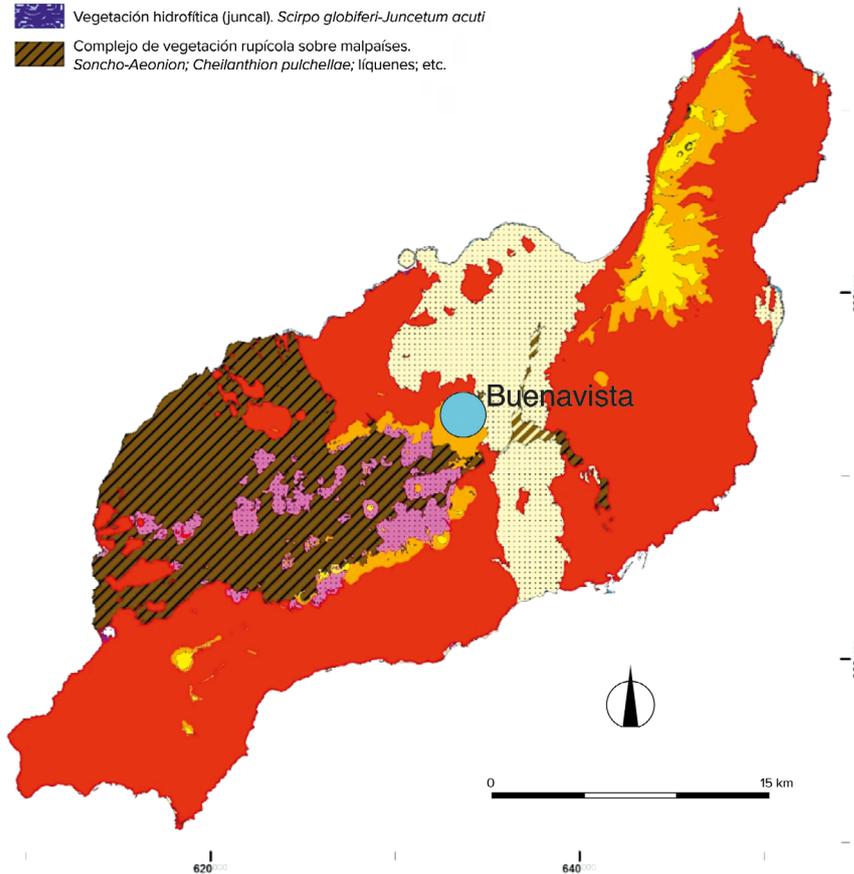


Figura 2. Mapa de la vegetación potencial de Lanzarote con indicación de la situación de Buenavista, generado a través de los archivos digitales del proyecto *Mapa de Vegetación de Canarias*. GRAFCAN (M. del Arco *et alii*, 2006)

Figure 2. Map of the potential vegetation of Lanzarote with indication of the location of Buenavista, generated through the digital files of the Canary Islands Vegetation Map project. GRAFCAN (M. del Arco *et al.*, 2006)

incorpora varios yacimientos que, durante un amplio margen temporal, captaron recursos de un territorio de explotación establecido sobre una unidad de acogida caracterizada por la presencia de suelos marrones (fersialíticos) (China, 2010: 15). En ese territorio se han documentado asentamientos habitacionales al aire libre (Buenavista o El Bebedero) y en cueva natural (Cueva del Majo), estaciones con grañas rupestres (Buenavista) y yacimientos secundarios

originados por el traslado de rellenos fértiles desde otros sitios para construir *enarenados*⁵ (El Berrugo).

Desde la perspectiva de la investigación arqueológica, Buenavista ha sido objeto de nueve campañas

⁵ Las erupciones volcánicas que tuvieron lugar en Lanzarote entre 1730 y 1736 destruyeron amplias zonas de labor pero también crearon de forma natural los primeros *enarenados*.

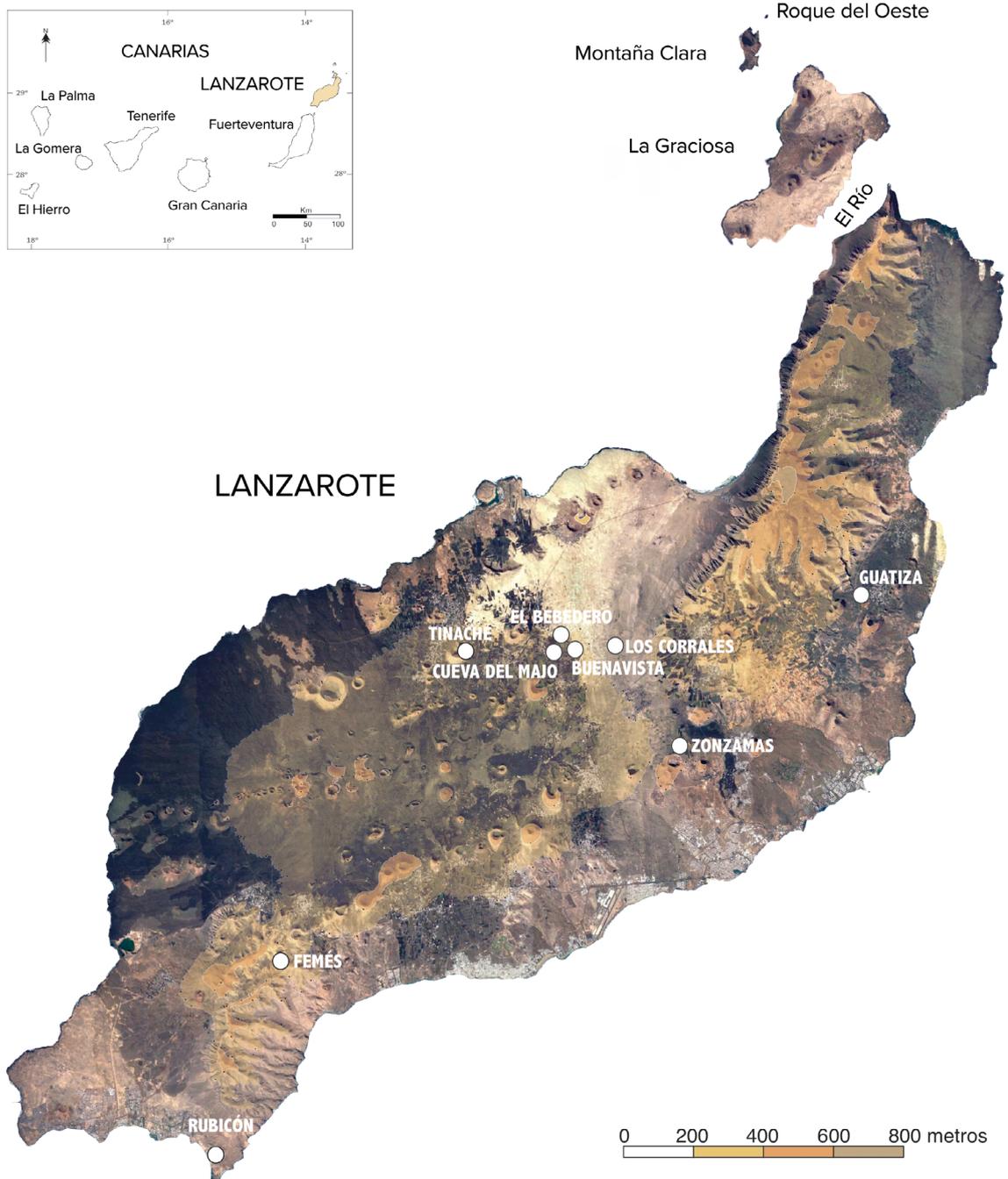


Figura 3. Mapa con la ubicación de los yacimientos citados en el texto. (Elaboración: A. Bueno)

Figure 3. Map with the location of the sites mentioned in the text. (Preparation: A. Bueno)

sistemáticas de excavación en el marco de sucesivos proyectos plurianuales de investigación. Las primeras cuatro campañas se desarrollaron en los años 2006, 2007, 2008 y 2009⁶ y dieron como resul-

tado la exhumación de una amplia construcción de planta cuadrangular (Est. 1); entre los años 2013-2014 y 2016⁷ dos nuevas campañas permitieron el descubrimiento de una segunda edificación de planta

⁶ Integradas en el proyecto PI042004/130. Consejería de Educación, Cultura y Deportes. Gobierno de Canarias.

⁷ Integradas en el proyecto HAR2013-40899-P. Ministerio de Economía y Competitividad.



Figura 4. Buenavista. Estructuras constructivas con la distribución espacial de las muestras que se analizan en este trabajo (M) y de las restantes que han sido datadas en el yacimiento. (Foto: P. Atoche. Elaboración: A. Bueno)

Figure 4. Buenavista. Construction structures with the spatial distribution of the samples analyzed in this work (M) and the rest that have been dated at the site. (Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)

cuadrangular (Est. 2), y entre 2017, 2018-2019 y 2022⁸ tuvieron lugar otras tres campañas que expusieron una tercera estructura cuadrangular (Est. 3) y una cuarta aún por definir (Est. 4).

Las muestras arqueológicas que constituyen el elemento central de este trabajo proceden de la Est. 2 (figura 4), una construcción socavada (-0,40 m) con respecto al nivel del suelo existente en el momento en que se construyó, a la que se accede por un vano cuadrangular de unos 0,45 m de ancho orientado al suroeste, delimitado por dos jambas constituidas por bloques irregulares de basalto y un umbral o escalón formado por una losa basáltica encajada en el suelo. A continuación de la entrada se extiende un pasillo de aproximadamente 2 m de largo y entre 1-1,5 m de ancho, en cuya esquina noroeste se registró la presencia de heces fósiles, de las que se seleccionó la muestra M3 (coprolitos) de nuestro

análisis. Ese pasillo da acceso a una amplia habitación cuadrangular, de aproximadamente 5 × 4 m, cuyo muro oeste y parte del muro norte muestran, a nivel del suelo y a una distancia de unos 0,30 m de estos, una hilada de pequeñas losas de basalto con superficies regularizadas, encajadas en el suelo formando una especie de banco o poyete de escasa altura (aprox. 25 cm) relleno de sedimento. Próximo al muro oeste se localiza un monolito cuadrangular de basalto fonolítico, de aproximadamente 0,70 m de altura y entre 0,45-0,55 m de espesor, cuya cara orientada al norte presenta diferentes grafías realizadas con incisiones finas, acanaladuras y pulimento (Atoche y Ramírez, 2015: 326-328). Rodeando gran parte de la base del monolito se encuentra otra alineación de pequeñas losas de basalto cuadrangulares, caras planas y superficies regularizadas, que conforman un espacio rectangular que acogía una de las tres estructuras de combustión registradas en el nivel de ocupación exhumado en el interior del edificio (estrato II), definidas por la presencia de cenizas y detritus, entre los que se identifican restos óseos

⁸ Integradas en el proyecto HAR2017-82792-P. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.



Figura 5. Buenavista. Nivel de ocupación correspondiente a la base del relleno sedimentario (estrato II-3) depositado en el interior de la Est. 2. (Foto: M^a.A. Ramírez)

Figure 5. Buenavista. Occupation level corresponding to the base of the sedimentary fill (stratum II-3) deposited inside Str. 2. (Photo: M^a.A. Ramírez)

de ovicápridos y suidos, además de fragmentos de recipientes cerámicos modelados a mano con bases rubefactadas y superficies ennegrecidas de humo, relacionados con el procesado y consumo de alimentos. En su proximidad se recuperó un amplio molino de vaivén rectangular, elaborado sobre un bloque rojizo de basalto poroso (aprox. 0,60 × 0,36 × 0,30 m), con la cara superior cóncava pulida por el uso, y un fragmento de la pieza durmiente de un gran molino rotatorio (aprox. 0,80 m Ø), elaborado sobre basalto afanítico micro-poroso. Asociados a este conjunto de artefactos indígenas se hallaron diferentes objetos de importación correspondientes a la cultura romana, de carácter y tipologías similares a los identificados en el cercano yacimiento de El Bebedero (Atoche *et alii*, 1995). De esta estructura de combustión se extrajo la muestra M2 (sedimento orgánico/ceniza) de nuestro análisis.

En el extremo norte de la Est. 2 se sitúa un pequeño habitáculo rectangular (aprox. 2,2 × 1,2 m), cuyos muros norte, este y oeste se han levantado con losas de basalto apoyadas en el talud de arcilla y arena generado por la previa excavación del suelo para encajar la edificación, y cuyo lado sur se ha cerrado con un tabique construido con bloques irregulares de roca y ripios. Su morfología cerrada, su ubicación

en la línea de desagüe de la ladera septentrional de la hoya y la presencia en su interior de cristales de calcita⁹, pudieran estar indicando que ese espacio fue utilizado como depósito para agua, hipótesis a la que contribuye la existencia de un suelo encalichado compacto.

Al muro occidental de la edificación se adosa una amplia cubeta rectangular (aprox. 2,5 × 1,0 m), en cuyo interior se identificaron restos de una pequeña estructura de combustión asociada, entre otros elementos indígenas, a un fragmento de mortero estriado de cerámica modelada a torno, una pequeña argolla de bronce y un fragmento de objeto de hierro, todos ellos artefactos de procedencia cultural romana. De aquí se obtuvo la muestra M4 (fragmento del maxilar inferior de ovicáprido) de nuestro análisis.

Por último, al muro oriental de la Est. 2 se encuentra adosada una pequeña habitación (aprox. 3 × 1,6 m), abierta al sur y con forma de tendencia rectangular,

⁹ J. González Platas (SEGAI. ULL) analizó con difracción de rayos X una muestra de monocristales procedentes del relleno, detectando cristales de CaCO₃ hexagonal (calcita), que A. Rodríguez Rodríguez (Departamento de Edafología. ULL) nos interpretó como calcita precipitada en un medio con presencia de agua.



Figura 6. Buenavista. Perfil estratigráfico norte de los cortes Z2-Y2, en el exterior del extremo occidental de la Est. 2. (Foto: Mª.A. Ramírez)

Figure 6. Buenavista. Northern stratigraphic profile of cuts Z2-Y2, outside the western end of Str. 2. (Photo: Mª.A. Ramírez)

cuya pared oriental está afectada por la extracción de *rofe* efectuada en los años 70 del pasado siglo xx, por lo que sólo conserva del antiguo espesor del muro la línea interior de bloques de roca y algunos ripios del relleno que integraba originalmente la pared. En este recinto se identificó una estructura de combustión asociada, entre otros elementos indígenas, a un clavo de bronce de procedencia romana; de ella se obtuvo la muestra M1 (sedimento orgánico/ceniza) de nuestro análisis.

Las cuatro muestras seleccionadas para este estudio proceden del mismo nivel arqueológico de ocupación (figura 5), el cual se corresponde con la base del relleno sedimentario localizado en el interior de la Est. 2 que, en relación con la secuencia estratigráfica general, constituye la base del estrato II (figura 6). En el espacio interior de la Est. 2, una vez extraído el nivel de destrucción que conforma el estrato I¹⁰, se

¹⁰ De textura franco-limosa en el que se insertan numerosas rocas de diferentes tamaños, repartidas irregularmente por todo el estrato y que constituyen una evidencia del aceleramiento del proceso erosivo que afectó a los suelos que cubrían las laderas cercanas, fenómeno que se combinó en la Est. 2 con el desmoronamiento de parte de sus muros.

desarrolla el estrato II, el cual se apoya directamente sobre el caliche que constituye la roca base¹¹ (figura 7); su excavación se efectuó en área abierta, poniendo en práctica una estrategia consistente en la extracción de tallas artificiales de 5 cm de potencia, lo que permitió subdividir el estrato en tres tallas o substratos, que recibieron desde el extremo superior al inferior las denominaciones II-1, II-2 y II-3. La aplicación de este procedimiento metodológico permitió ejercer un ajustado control de la posición tridimensional de los registros materiales, de las diferentes áreas funcionales y de los posibles cambios que pudieran producirse en el carácter y la tipología de los artefactos que integraban el depósito arqueológico correspondiente a la etapa inicial de ocupación de la Est. 2¹².

¹¹ De textura arcillosa homogénea, color rojizo y granulometría arcillosa-limosa. Su desarrollo es muy regular y uniforme.

¹² La construcción de la Est. 2 fue posterior a la Est. 1, encontrándose activa durante la primera mitad del I milenio d. C., en paralelo a la ocupación del cercano yacimiento de El Bebedero, con el que comparte similar contexto material, integrado por artefactos de elaboración local y de importación de origen romano.



Figura 7. Buenavista. Interior de la Est. 2. En la imagen de la derecha, el nivel de derrumbe que constituye el estrato I; en la esquina inferior izquierda se observa el estrato II. En la imagen de la izquierda, la esquina norte del pasillo de entrada a la estructura, mostrando la base del estrato II-3. (Foto: M^a.A. Ramírez)

Figure 7. Buenavista. Interior of Str. 2. In the image on the right, the level of collapse that constitutes stratum I; in the lower left corner shows stratum II. In the image on the left, the north corner of the entrance hallway to the structure, showing the base of stratum II-3. (Photo: M^a.A. Ramírez)

Desde una perspectiva cronológica, para el desarrollo final del estrato I (subestrato I-1) se dispone de una datación que lo sitúa con anterioridad al inicio del siglo VI d. C. (Tabla 2, n^o 12), momento en el que la Est. 2 y el yacimiento se hallaban amortizados; por el contrario, el estrato II se conformó tras la construcción de la estructura como resultado de su continuado uso en el tiempo, incorporando un conjunto de artefactos indígenas caracterizados por la presencia de recipientes cerámicos de fabricación local, modelados a mano, funcionalmente relacionados con actividades domésticas de almacenamiento y procesamiento de alimentos, con capacidades que varían desde menos de 0,5 litros hasta los 2 litros (Atoche, 1992) y formas de tendencia al casquete esférico, semiesférico o esférico con cuello corto cilíndrico y de tendencia cilíndrica. Algunos recipientes poseen formas compuestas integradas por una base de tendencia al casquete esférico y un cuerpo de tendencia troncocónica. Los recipientes con capacidad superior a los 2 litros presentan formas de tendencia cilíndrica o troncocónica invertida y bases planas. Sólo esporádicamente esos vasos aparecen decorados con trazos cortos incisos o impresos sobre el labio (figuras 8 y 10). Junto a esas vasijas de fabricación local se recuperaron distintos artefactos de importación y procedencia cultural romana, constituidos por fragmentos de varios tipos de ánforas y de un mortero estriado (figura 9), objetos metálicos

de bronce, cobre y hierro, además de un abalorio vítreo y otro de alabastro (figura 11), elementos que en conjunto son similares a los de procedencia romana localizados en el cercano yacimiento de El Bebedero (Atoche *et alii*, 1995).

3. Contrastando la fiabilidad del método de datación ¹⁴C

3.1. Material: las muestras seleccionadas

La fiabilidad de una datación radiocarbónica y su correcta interpretación histórica dependen del tipo de muestra seleccionada, de los procesos post-deposicionales que le hayan afectado, de la aplicación de un correcto protocolo de selección, recogida y remisión al laboratorio y de una exhaustiva documentación arqueológica del contexto de procedencia (Reynolds, 1988: 88; Alexandre, 2018: 132). Las muestras elegidas deben ser representativas de los hechos arqueológicos que se pretenden datar, habiéndose originado en la actividad humana que constituyó el depósito arqueológico, de ahí que sea esencial seleccionarlas de manera correcta (Rubinos, 2009: 338). Para ajustarnos a esas premisas metodológicas, optamos por efectuar un muestreo sistemático de la Est. 2 en la que, durante su proceso de excavación a lo largo de tres campañas, se reservó sin extraer el nivel interior

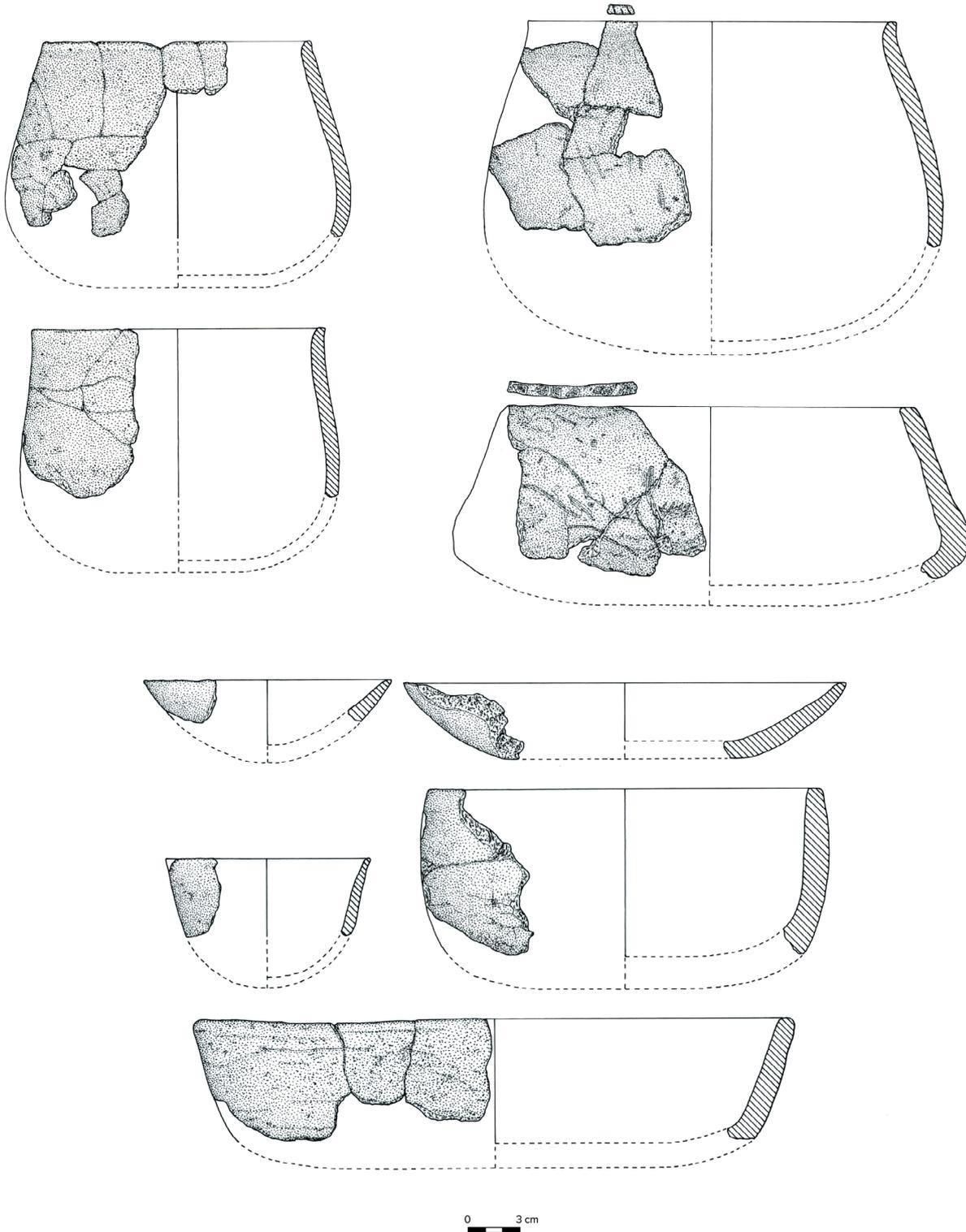


Figura 8. Buenavista. Recipientes cerámicos indígenas a los que se asocian los elementos importados romanos. (Dibujo: M^a.A. Ramírez)

Figure 8. Buenavista. Indigenous ceramic containers with which imported Roman elements are associated (Drawing: M^a.A. Ramírez)



Figura 9. Buenavista. Fragmento de la base de un mortero estriado romano. (Dibujo: M^a.A. Ramírez. Foto: P. Atoche. Digitalización: A. Bueno)

Figure 9. Buenavista. Fragment of the base of a mortar Roman fluting (Drawing: M^a.A. Ramírez. Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)

correspondiente al estrato II (figuras 5, 6 y 7), el cual finalmente se procedió a excavar en área abierta cuando se hallaba expuesto en la totalidad de la construcción, prestando especial interés en recuperar el mayor número posible de muestras orgánicas e inorgánicas con destino a análisis radiocarbónicos y otros procesos analíticos. El objetivo principal era intentar fijar una línea cronológica lo más aproximada posible al instante en que se construyó la estructura, conscientes de que el uso de la edificación se habría prolongado el tiempo suficiente como para que su interior fuese objeto de limpiezas periódicas, que harían que las muestras recuperadas aportasen dataciones más próximas a su amortización que a la construcción.

Del conjunto total de muestras recuperadas se seleccionaron cuatro procedentes del substrato II-3 para destinarlas a análisis radiocarbónicos, las cuales fueron denominadas M1, M2, M3 y M4. Su elección obedeció a que fueran de distinta naturaleza y procedieran de las diferentes áreas funcionales delimitadas en el interior de la estructura¹³. Los resultados cronométricos esperados debían señalar un momento posterior al de su construcción, más tardío que el fijado para el levantamiento y uso de las otras dos estructuras documentadas en el yacimiento (Est. 1 y Est. 3), en atención a las dataciones disponibles y a la tipología de los contextos materiales recuperados en cada una de ellas (Atoche y Ramírez, 2017b). Las

¹³ En la figura 3 se indica la localización espacial de las cuatro muestras seleccionadas en la Est. 2.

cuatro muestras seleccionadas se fraccionaron en dos mitades, destinando una parte a la identificación taxonómica y biométrica de los restos óseos que integran dos de ellas, a través de distintos procedimientos analíticos (fitolitos/oxalatos de calcio, paleopólenes en coprolitos, osteométricos...), con el objetivo de conocer la vegetación potencial, los taxones vegetales empleados como combustible en las estructuras de combustión, el tipo de dieta de los taxones domésticos (ovicápridos) y, en general, recuperar cualquier información que permitiera detectar la presencia de discordancias en los resultados cronométricos atribuibles a la naturaleza de la muestra analizada.

Las características materiales y arqueológicas de las cuatro muestras seleccionadas responden a los siguientes parámetros:

Muestra M1 (Beta-473647): Constituida por sedimento orgánico/ceniza con inclusión de microfibras de carbón (figura 12-A), procedente de una estructura de combustión localizada en el corte R₃, en el substrato II-3 (signatura R₃/II-3). De esta muestra se analizaron sus dos componentes principales, destinándose las microfibras de carbón a ¹⁴C y el sedimento orgánico/ceniza a la detección de oxalatos de calcio/fitolitos procedentes de los elementos vegetales utilizados como combustible en la estructura de combustión. Del amplio contexto artefactual asociado a esta muestra destaca, por su valor como referente cronológico y factor de contrastación, un clavo de bronce de procedencia cultural romana (figura 11-3).

Muestra M2 (Beta-473648): Constituida por sedimento orgánico/ceniza (figura 12-B), procedente de una estructura de combustión localizada en el corte U₅, en el substrato II-3 (signatura U₅/II-3). De esta muestra se destinó para el análisis radiocarbónico su componente más abundante, la matriz blanquecina. Una parte de la muestra fue sometida, como en el caso de la anterior, a análisis de oxalatos de calcio/fitolitos.

Muestra M3 (Beta-473649): Constituida por coprolitos (figura 12-C) procedentes de la esquina norte del pasillo de entrada a la Est. 2, en el corte X₅, en el substrato II-3 (signatura X₅/II-3). Los coprolitos incorporaban, entre otros elementos, fragmentos óseos de ovicáprido, destinándose uno de ellos

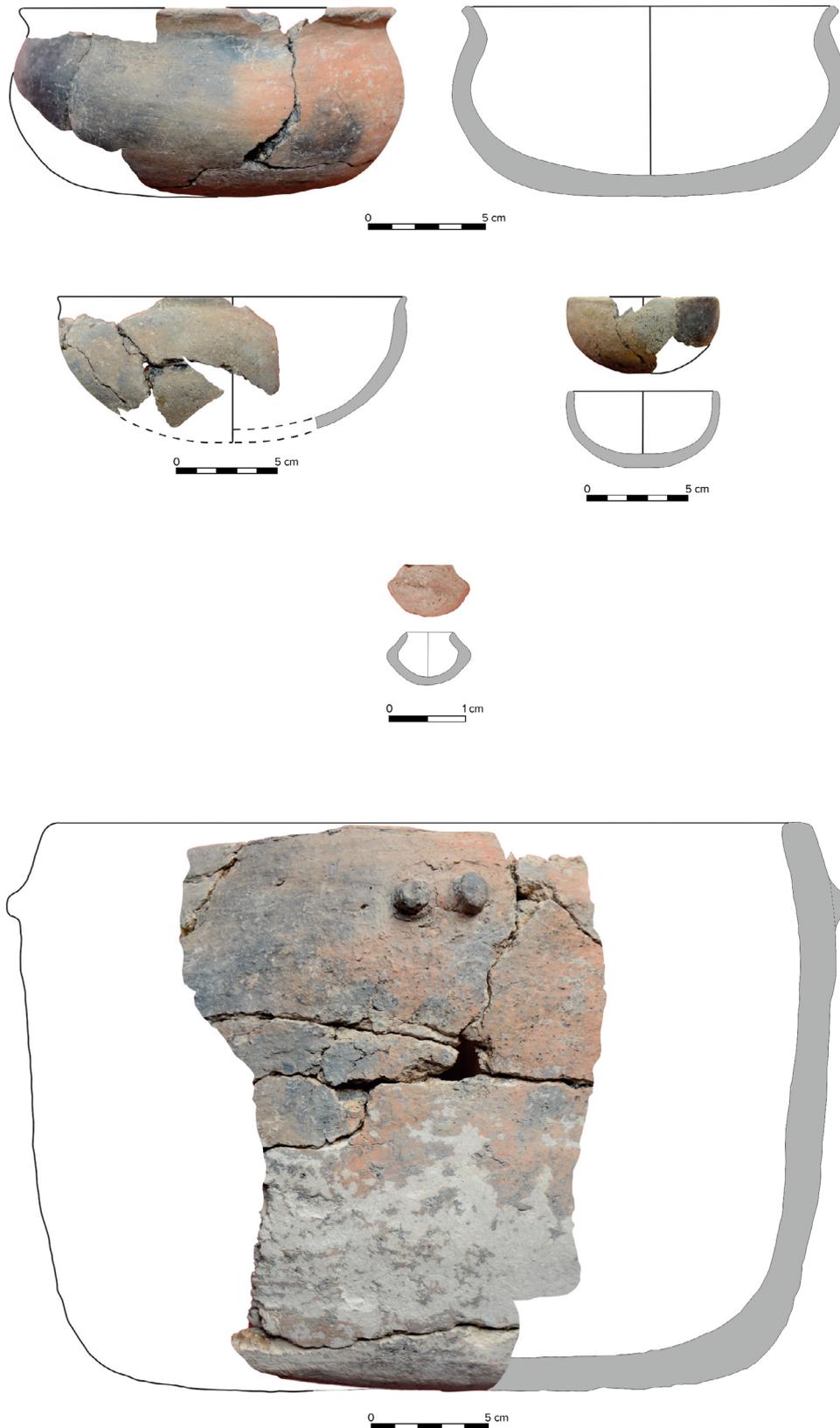


Figura 10. Buenavista. Recipientes cerámicos indígenas a los que se asocian los elementos importados romanos. (Dibujo: M^a.A. Ramírez. Foto: P. Atoche. Digitalización: A. Bueno)

Figure 10. Buenavista. Indigenous ceramic containers with which imported Roman elements are associated. (Drawing: M^a.A. Ramírez. Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)



Figura 11. Buenavista. Elementos metálicos de hierro (1) y bronce (2-3) y abalorios de procedencia romana (4-5). (Foto: P. Atoche. Digitalización: A. Bueno)

Figure 11. Buenavista. Metal elements of iron (1) and bronze (2-3) and beads of Roman origin (4-5). (Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)

para análisis ^{14}C ; el resto de la muestra, constituida por la matriz calcárea, se utilizó para efectuar análisis de isótopos estables, paleopólenes y ADNmt.

Muestra M4 (Beta-565895): Constituida por un fragmento del maxilar inferior de un ovicáprido joven, con dieta terrestre¹⁴ (figura 12-D), asociado a una estructura de combustión ubicada en el corte W₃, en el substrato II-3 (signatura W₃/II-3). El maxilar no presenta señales de termoalteraciones; de esta muestra el laboratorio aisló una pieza dentaria para someterla a análisis ^{14}C . Del amplio contexto artefactual ligado a M4 destacan, por su valor como referente cronológico y factor de contrastación, varios

artefactos metálicos y cerámicos modelados a torno de procedencia cultural romana, destacando entre ellos un fragmento de mortero estriado (figura 9).

Las muestras integradas por elementos óseos de animales domésticos (M₃ y M₄) son fiables por su ciclo de vida corta y por hallarse bien relacionadas con el hecho arqueológico que se pretende datar, ya que proceden de una intervención arqueológica efectuada con los apropiados requisitos metodológicos y se asocian a contextos culturales bien definidos. En este caso, los resultados cronométricos que proporcionan constituyen un adecuado referente de contraste para acreditar la fiabilidad del ^{14}C en los análisis efectuados a las otras dos muestras seleccionadas (M₁ y M₂) (tabla 1) y, por extensión, a la amplia serie de dataciones que posee Buenavista, obtenidas tanto de muestras de sedimento orgánico/ceniza, como de microfibras de carbón y restos óseos de ovicáprido (tabla 2).

¹⁴ P. Cuello (2018: 13) ha llevado a cabo el análisis de isótopos estables de diferentes muestras de ovicápridos procedentes del estrato II de Buenavista, determinando que los valores obtenidos en la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ corresponden a una dieta integrada por la ingestión de plantas locales.

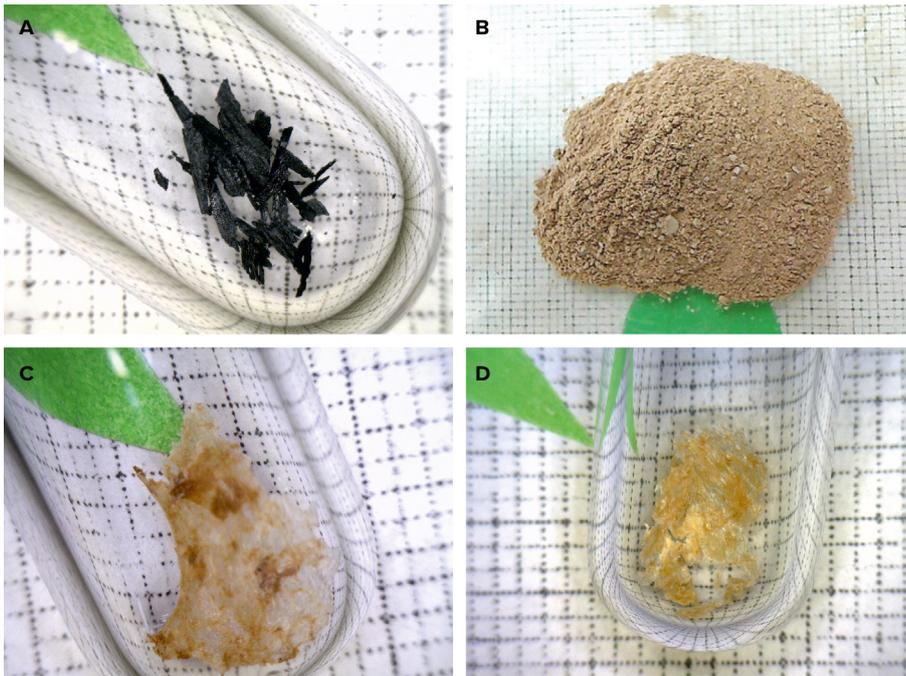


Figura 12. Buenavista. A. Muestra M1. B. Muestra M2. C. Muestra M3. D. Muestra M4. (Foto: Beta Analytic Inc.)

Figure 12. Buenavista. A. Sample M1. B. Sample M2. C. Sample M3. D. Sample M4. (Photo: Beta Analytic Inc.)

Nº de muestra	Ref. lab./ método	Registro arqueológico	¹⁴ C conv. (BP)	Cal. 2σ (BC-AD)	Inter. Edad ¹⁴ C-cur. cal. (BC-AD)	δ ¹⁵ N (‰)	δ ¹³ C (‰)	Tipo de muestra
M1	Beta-473647 AMS	TBv-17/Est. 2 R3/II-3 (interior hogar)	1730 ±30	242-386 cal. AD	270 AD	—	-20,3	Microfibras de carbón en sedimento orgánico/ ceniza de hogar
M2	Beta-473648 AMS	TBv-17/Est. 2 U5/II-3 (interior hogar)	1720 ±30	248-390 cal. AD	270 AD	—	-22,2	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
M3	Beta-473649 AMS	TBv-17/Est. 2 X5/II-3 (interior pasillo)	1720 ±30	248-390 cal. AD	270 AD	+18,1	-14,8	Colágeno de hueso de ovicáprido en coprolito
M4	Beta-565895 AMS	TBv-19/est. 2 W3/II-3 (interior cubeta)	1740 ±30	236-385 cal. AD	270 AD	+19,9	-17,4	Colágeno de diente de ovicáprido

Tabla 1. Buenavista. Resultados cronométricos proporcionados por las muestras M1 a M4

Table 1. Buenavista. Chronometric results provided by samples M1 to M4

3.2. Análisis radiométricos

Como hemos señalado más arriba, para intentar contrastar el grado de fiabilidad del uso que venimos realizando del método de datación ¹⁴C en yacimientos de Lanzarote, seleccionamos cuatro muestras de

distinta naturaleza, dos de ellas constituidas por sedimento orgánico/ceniza procedentes de sendas estructuras de combustión, que aunque ambas eran de similar procedencia y naturaleza fueron elegidas porque de cada una de ellas la materia objeto de análisis sería diferente, en un caso las microfibras de

Nº	Ref. lab./ Método	Registro arqueológico	¹⁴ C conv. (BP)	Cal. 2σ (BC-AD)	Inter. Edad ¹⁴ C-Cur. Cal. (BC-AD)	Ratio δ13C/δ12C (‰)	Tipo de muestra
1	Beta-230885 AMS	TBv-06/Est. 1 B6/II-1 (interior cubeta)	2280 ±40	400-350 BC cal.	380 BC cal.	-22,3	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
2	Beta-237340 AMS	TBv-07/Est. 1 E4/II-1 (interior hogar)	2180 ±40	370-150 BC cal.	330 BC cal.	-22,2	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
3	Beta-237341 AMS	TBv-07/Est. 1 F4/II-3 (interior hogar)	2450 ±50	780-400 BC cal.	530 BC cal.	-22,3	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
4	Beta-251320 AMS	TBv-08/Est.1 B10/I-1 (exterior)	1780 ±40	220-260 AD cal.	240 AD cal.	-18,5	Colágeno hueso ovicaprino
5	Beta-251321 AMS	TBv-08/Est. 1 D9/I-2 (exterior)	2030 ±40	60 BC-10 AD cal.	40 BC cal.	-15,6	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
6	Beta-251323 AMS	TBv-08/Est. 1 H2/I-2 Base (exterior)	2140 ±40	200-150 BC cal.	180 BC cal.	-19,3	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
7	Beta-251322 AMS	TBv-08/Est. 1 D9/II-3 Base (exterior)	2810 ±40	1010-910 BC cal.	960 BC cal.	-22,7	Microfibras de carbón
8	Beta-275162 AMS	TBv-09/Est. 1 C8/I-2 (muro sur)	1870 ±40	60-240 AD cal.	130 AD cal.	-27,2	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
9	Beta-275163 AMS	TBv-09/Est. 1 F1/I-2 (muro norte)	1860 ±50	50-250 AD cal.	130 AD cal.	-21,8	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
10	Beta-445241 AMS	TBv-16/Est. 3 W7/I-1 (acceso estructura)	1820 ±30	125-255 AD cal. 300-315 AD cal.	220 AD cal.	-27,2	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
11	Beta-445242 AMS	TBv-16/Est. 3 X8/II-1 (interior hogar)	2170 ±30	355-275 BC cal. 255-165 BC cal. 125-120 BC cal.	200 BC cal.	-22,0	Sedimento orgánico/ ceniza de hogar
12	Beta-445243 AMS	TBv-16/Est. 2 U3/I-1 (muro norte)	1540 ±30	425-595 AD cal.	540 AD cal.	-21,6	Microfibras de carbón

Tabla 2. Buenavista. Dataciones cronométricas disponibles con anterioridad a este estudio

Table 2. Buenavista. Chronometric dating available prior to this study

carbón (M1) y en el otro la matriz cenicienta (M2) que constituye mayoritariamente la ceniza; de esa forma evitábamos introducir un factor de distorsión en uno de los parámetros que considerábamos necesario para contrastar la fiabilidad del método, en concreto que las muestras analizadas fueran diferentes, al tiempo que nos facilitaría la calibración y el cálculo de una media ponderada de las fechas

obtenidas, incrementando así la precisión del resultado final (Fábregas, 1992: 20). Las muestras fueron analizadas en Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory (Florida), empleándose el procedimiento de medida AMS. Los resultados cronológicos obtenidos junto con las restantes dataciones disponibles para Buenavista se sometieron a una misma curva de calibración (OxCal v 4.4.4. Bronk Ramsey, 2021), la

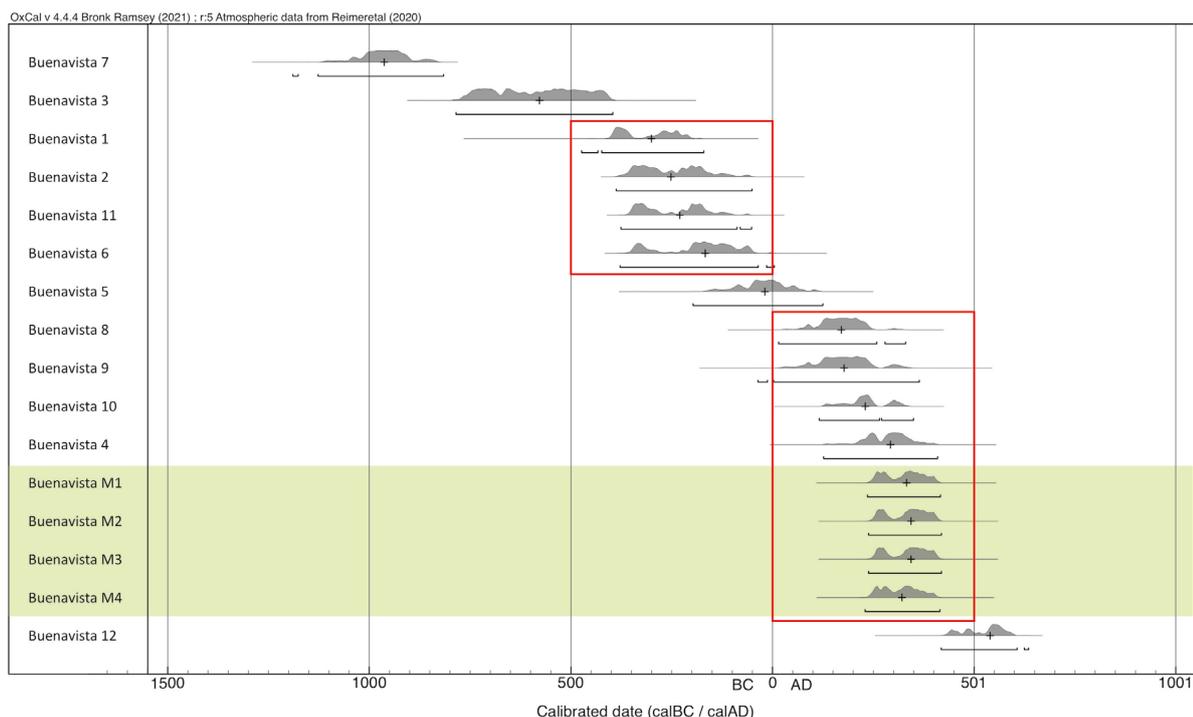


Figura 13. Gráfica de probabilidades de las muestras ¹⁴C procedentes del yacimiento de Buenavista (Lanzarote) con indicación, en recuadros rojos, de las dos tendencias significativas

Figure 13. Probability graph of the ¹⁴C samples from the Buenavista site (Lanzarote) with indication, in red boxes, of the two significant trends

cual proporcionó una gráfica de probabilidades que recogemos en la figura 13.

Los resultados cronométricos proporcionados por las muestras seleccionadas, con independencia del tipo de material analizado, resultan extremadamente regulares, hasta el punto de que las edades radiocarbónicas sólo difieren (tabla 1), en el peor de los casos, en 20 años y en el mejor en 10 años. La desviación estándar es mínima e idéntica en las cuatro referencias, ± 30 , índice que supone un elevado grado de fiabilidad en los límites de probabilidad. Por otro lado, el intervalo de calibración a 2σ aporta en todos los casos resultados similares, por lo que la fecha que resulta de la interceptación de la edad radiocarbónica con la curva de calibración es la misma para todas las muestras (270 d. C.). De lo anterior se deduce que las cuatro edades radiocarbónicas forman una serie coherente que, a pesar de proceder de muestras orgánicas de distinta naturaleza, ofrece resultados muy afines entre sí, la cual data contextos materiales homogéneos, integrados en una secuencia estratigráfica controlada, la cual incorpora artefactos de importación procedentes del ámbito

cultural romano, con un marco cronológico conocido que discurre desde la etapa tardorrepublicana al Bajo Imperio (siglos I a. C. al IV d. C.)¹⁵. Esos hechos contextuales permiten verificar la fiabilidad de las dataciones cronométricas obtenidas, añaden sentido histórico a las producciones materiales indígenas por su relación con el mundo cultural mediterráneo, y legitiman la utilización que venimos realizando de diferentes tipos de muestras, tanto en Buenavista como en El Bebedero, por su contrastada contextualización y elevada precisión cronológica.

¹⁵ En el yacimiento de El Bebedero se han recuperado diversos artefactos romanos datados entre los siglos I a. C. y IV d. C. (Atoche *et alii*, 1995), vinculados a un asentamiento indígena con un contexto material que lo define, durante una primera etapa, como una factoría agraria que produciría elementos obtenidos de los ovicápridos (cecinas, pieles...), para ser intercambiados por productos mediterráneos (vino, aceite, salazones...), traídos por navegantes romanos quizás procedentes de *Gades*, hipótesis recientemente corroborada durante las campañas de excavaciones de 2022 y 2023 por el hallazgo de nuevos elementos de importación, entre los que destaca un ánfora romana casi completa.

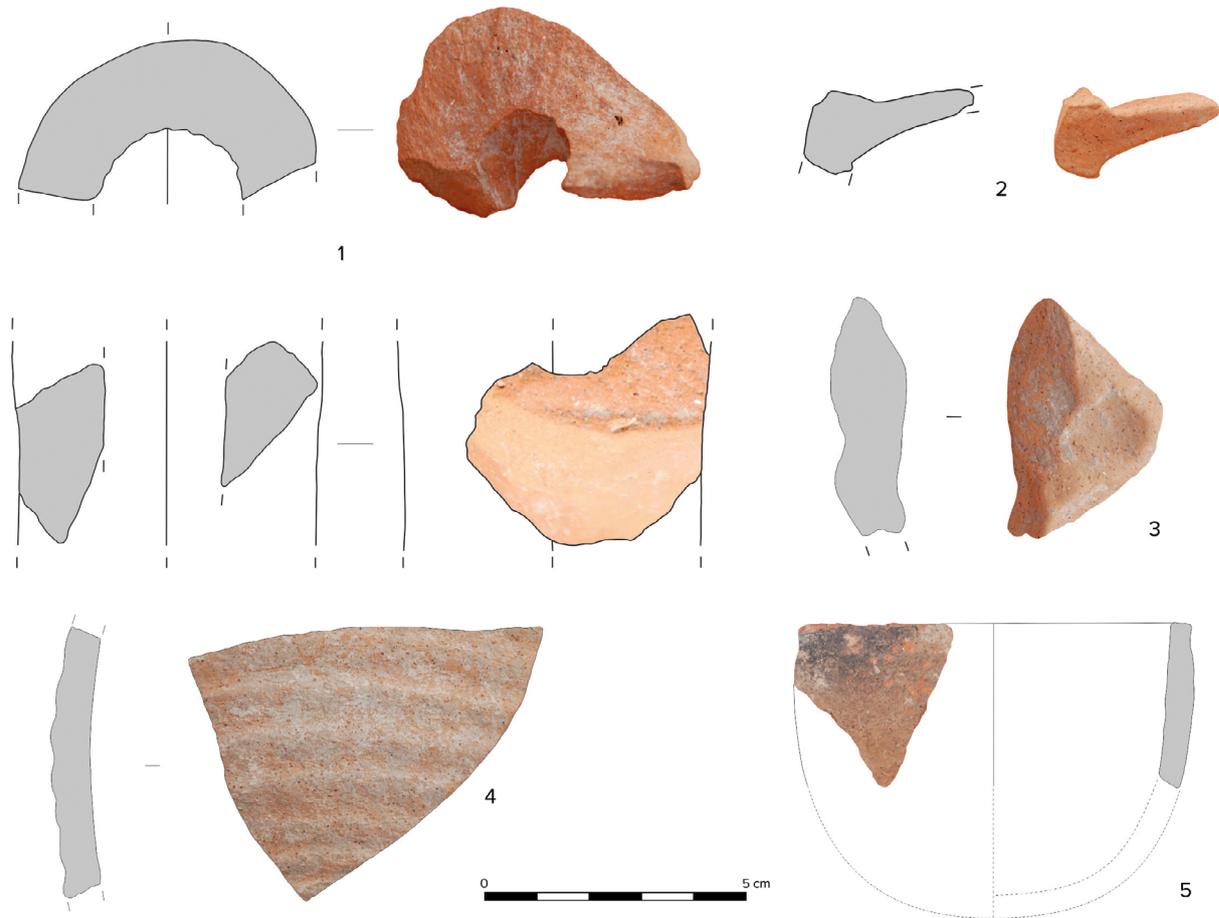


Figura 14. Elementos cerámicos de procedencia púnica. (Dibujo: M^a.A. Ramírez. Foto: P. Atoche. Digitalización: A. Bueno)

Figure 14. Ceramic elements of Punic origin. (Drawing: M^a.A. Ramírez. Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)

Con anterioridad a estas cuatro dataciones, para la Est. 2 sólo se disponía de una fecha (tabla 2, nº 12), obtenida de una muestra de microfibras de carbón recuperada en el substrato I-1, la cual data un momento posterior a la amortización del yacimiento. En conjunto, si consideramos su procedencia estratigráfica, las nuevas referencias indican que en el último cuarto del siglo III d. C. la estructura aún se hallaba en pleno uso y que su construcción se produjo con anterioridad, en un momento coincidente o anterior a la introducción de los artefactos romanos más antiguos, datados a mitad del siglo I a. C., como se ha atestiguado en el cercano yacimiento de El Bebedero (Atoche *et alii*, 1995).

Las nuevas dataciones se unen a las doce con que contaba previamente Buenavista, obtenidas de muestras de sedimento orgánico/ceniza con inclusión de microfibras de carbón recuperadas en estructuras de combustión (9 dataciones), de restos óseos

de ovicáprido (1 datación) y de microfibras de carbón (2 dataciones), las cuales datan tanto el interior como el exterior de las tres construcciones exhumadas hasta el presente en el yacimiento (figura 4). Para la Est. 1 se dispone de nueve referencias, de las que tres (tabla 2, nº 1, 2 y 3) se obtuvieron de sedimento orgánico/ceniza y datan en el interior de la edificación un nivel de ocupación formado con posterioridad a su construcción (*circa* siglo VI a. C.) hasta que se amortiza (*circa* siglo IV a. C.), en el que se ha identificado un contexto material indígena al que se asocian algunos elementos importados de procedencia cultural púnica, determinados por fragmentos de ánforas cuyas pastas forman un grupo relativamente homogéneo que, comparado con los grupos definidos por ejemplo en la colonia fenicia de La Fonteta, se asimilan a diferentes talleres de las colonias fenicias meridionales mediterráneas (grupos CAM-1, CAM-2, Cartago, EM-0, ES-1, ES-5 y MC-2),

siendo semejantes a cerámicas de algunas de las fases más antiguas de ese yacimiento (La Fonteta I/II, II, III, IV, V/VI y VI) (González Prats, 2008). Desde una perspectiva tipológica, la fragmentación de esos elementos no permite determinar con precisión su morfología¹⁶ (figura 14). También se identifican fragmentos de cuencos semiesféricos modelados a torno lento (figura 14-5), un fragmento de terracota de pasta rojiza (figura 14-3) y varios fragmentos de artefactos de cobre, bronce y hierro (figura 15).

Para el exterior¹⁷ de la Est. 1 se dispone de cuatro referencias (tabla 2, nº 4, 5, 6 y 7) que datan distintos momentos desde el siglo X a. C. (nº 7, base del muro sur de la Est. 1) hasta el siglo III d. C. (nº 4, extremo sureste de la Est. 1), esta última paralela a las edades radiocarbónicas proporcionadas por las muestras M1 a M4, tanto en cuanto a la cronología que aporta como a su ubicación espacial en un suelo de ocupación con un contexto material similar al que presenta el estrato II-3 de la Est. 2. El hecho de que la datación nº 4 proceda de una muestra ósea permite validar las fechas más antiguas proporcionadas por las muestras de sedimento/cenizas asociadas a los substratos subyacentes (véase figura 16, columna izquierda). Finalmente, dos referencias (tabla 2, nº 8 y 9) se obtuvieron de muestras de sedimento orgánico/ceniza recogidas sobre los muros sur y norte de la Est. 1,

¹⁶ A. Mederos y G. Escribano consideran que el abandono de Mogador hacia el 525-519 a. C. coincide con las dataciones de la segunda mitad del siglo VI a. C. obtenidas en el interior de la estructura Est. 1 de Buenavista, lo que les hace conjeturar que la presencia púnica en Lanzarote pudiera deberse tanto a la posibilidad de disponer de puntos de recarga más seguros y con mejores posibilidades para abastecer las naves que en el islote de Mogador, como a que «[...] el área prioritaria de interés se había ampliado hacia la costa del Sur de Marruecos, probablemente vinculado al comercio del oro» (Maderos y Escribano, 2017: 121-122).

¹⁷ La formación de los depósitos estratigráficos siguió procesos deposicionales diferenciados en el espacio interior y en el exterior de las estructuras constructivas, más complejos en el primero que en el segundo por un uso más intenso, con sucesivos rellenos y vaciados, de ahí que las secuencias estratigráficas necesariamente no tienen por qué coincidir en número, composición geológica o contenidos artefactuales. Compárense como ejemplo la figura 6, correspondiente al perfil estratigráfico del borde exterior occidental de la Est. 2, con la figura 16, que muestra la secuencia estratigráfica del interior de la Est. 1.

proporcionando ambas una datación similar del primer tercio del siglo II d. C. Para la Est. 3, se dispone de dos referencias (tabla 2, nº 10 y 11) obtenidas de sedimento orgánico/ceniza, una data el muro cercano al acceso norte de la edificación en el siglo III d. C., en la que se localizaron objetos importados de procedencia cultural romana (fragmentos de ánforas, una hoja de cuchillo de hierro o una cuenta de collar de alabastro con motivos pintados con tinta metaloácida) (figura 11-1 y 11-4), y la otra fecha la capa superior del nivel de abandono localizado en el interior de la edificación en el siglo II a. C., cuya excavación en área abierta evidenció la presencia de un suelo cubierto por numerosos fragmentos cerámicos de elaboración indígena caracterizados por poseer apéndices macizos, elementos generalmente escasos entre los hallazgos cerámicos localizados en el resto del yacimiento.

3.2.1. Resultados

Los resultados cronométricos esperados del análisis de las muestras M1 a M4 debían señalar un momento posterior al de la construcción de la Est. 2, cronológicamente más reciente que el establecido para el uso de las otras dos estructuras documentadas (Est. 1 y Est. 3), en atención a la tipología de los contextos materiales recuperados en cada una de ellas, sobre todo las manufacturas cerámicas de importación, por su alto valor diagnóstico al responder a tipos y estilos cuya vigencia cronológica resulta bien conocida, además de por la serie de dataciones disponible previamente (Atoche y Ramírez, 2017b). En conjunto, las 16 referencias integran una amplia serie que permite reforzar las dos tendencias estadísticas significativas observadas (figura 13), constatándose que con independencia de la naturaleza de las muestras, las dataciones vinculadas a substratos sobrepuestos proporcionan fechas más modernas que las que lo están a substratos infrapuestos, mostrando una notable regularidad en los resultados obtenidos (figura 16), al no producirse saltos temporales ostensibles en las dataciones asociadas a un mismo nivel de ocupación, como demuestran las cuatro cronometrías que constituyen el objeto central de este trabajo, con unos resultados absolutamente afines entre sí y en relación con otras dataciones del



Figura 15. Elementos metálicos de procedencia púnica. (Foto: P. Atoche. Digitalización A. Bueno)

Figure 15. Metal elements of Punic origin. (Photo: P. Atoche. Preparation: A. Bueno)

yacimiento obtenidas para similares contextos materiales; también son muy coherentes con respecto a una de las fechas disponible para la Est. 2, la número 4, asociada al sustrato I-1, el cual cierra el relleno estratigráfico interior de la estructura en un momento en el que esa edificación ya estaba amortizada, o con las cronologías que se les adjudican a los registros materiales, tanto los de elaboración indígena como los romanos de importación.

La datación disponible para la base del muro sur de la Est. 1 (tabla 2, nº 7) señala que *circa* el siglo X a. C. ya existe en Buenavista presencia humana, asociada a un contexto material indígena definido por la presencia de recipientes cerámicos modelados a mano, al que posteriormente se incorporarán artefactos de importación, inicialmente de procedencia cultural púnica y más tarde romana, los cuales atestiguan la existencia de prolongados contactos entre las comunidades insulares y gentes ajenas al archipiélago.

De manera general, las cronologías proporcionadas por Buenavista confieren mayor antigüedad al fenómeno del poblamiento humano de Canarias y confirman lo que se percibía a través de los datos cronológicos aportados por yacimientos de Tenerife o el sitio de El Descubrimiento en La Graciosa (González y Arco, 2007), los cuales poseen

un marco temporal acorde con la datación más alta de Buenavista¹⁸.

3.3. Análisis de fitolitos/oxalatos de calcio¹⁹

Como se ha señalado anteriormente, sendas fracciones de las muestras M1 y M2 (sedimento orgánico/ceniza) se destinaron a efectuar análisis dirigidos a identificar, describir e interpretar los principales tipos de partículas constitutivas de la matriz de esas muestras, en especial aquellas que mostraran parámetros de biomineralización vegetal, como los oxalatos de calcio y los fitolitos al proceder las muestras de estructuras de combustión, lo que permitiría identificar los vegetales potencialmente utilizados como combustible, sobre todo los de consistencia leñosa. El procedimiento seguido se inició con una primera analítica exploratoria, consistente en el estudio microscópico de las muestras en bruto, dirigida a la detección de oxalatos de calcio,

¹⁸ La datación más antigua para Tenerife se sitúa a mitad del siglo X a. C. y procede de la cueva de Los Guanches, no hallándose asociada a artefactos exógenos. Para el mismo yacimiento, además de para las cuevas de Las Palomas y Las Estacas, se poseen dataciones ubicadas entre los siglos VI y I a. C. (Arco *et alii*, 1997; Arco, 2021).

¹⁹ Los análisis estuvieron a cargo de José A. Afonso Vargas.

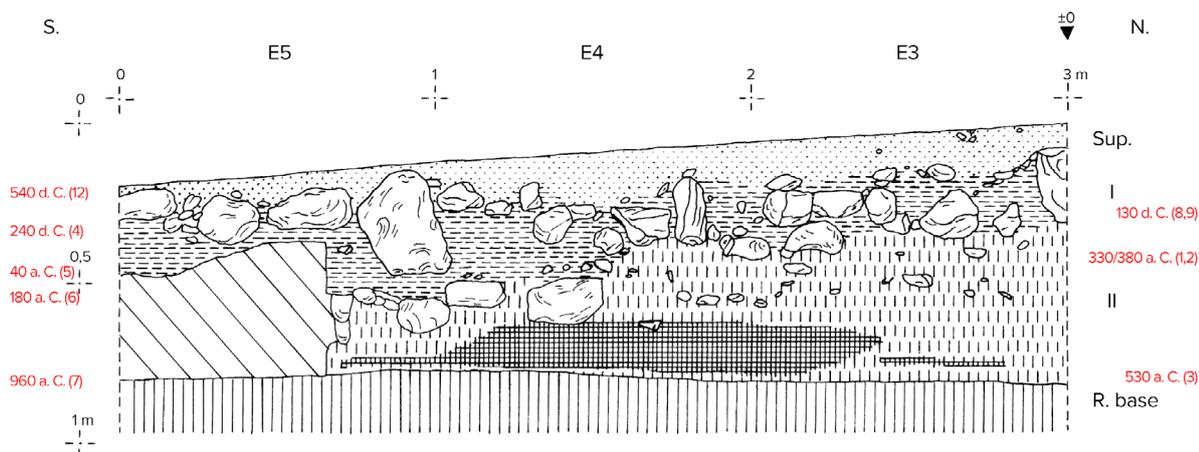


Figura 16. Buenavista. Perfil estratigráfico correspondiente a la zona central de la Est. 1, con la distribución de las dataciones obtenidas en el interior (derecha) y en el exterior (izquierda) de la construcción, situadas a la cota en que fueron muestreadas, con el añadido de la nº 12 obtenida en la Est. 2. La numeración entre paréntesis corresponde al orden en el que aparecen en la tabla 2. (Dibujo: M.ªA. Ramírez)

Figure 16. Buenavista. Stratigraphic profile corresponding to the central area of Str. 1, with the distribution of dating obtained inside (right) and outside (left) of the construction, located at the level at which they were sampled, with the addition of No. 12 obtained in Str. 2. The numbering in parentheses corresponds to the order in which they appear in the table 2. (Drawing: M.ªA. Ramírez)

más sensibles a los tratamientos de laboratorio que los fitolitos; una concentración significativa de oxalatos, ya transformados por el calor en pseudomorfo de calcita, confirmaría que las muestras están integradas por cenizas y, a causa de su menor resistencia al paso del tiempo en contextos expuestos a la atmósfera, que estos se habrían conservado por estar bien sellados a nivel estratigráfico. También se confirmaría una composición acorde a la combustión de tejidos leñosos, con la posibilidad de identificarlos por su contenido en oxalatos transformados por el calor. Una segunda analítica se realizaría tratando una parte de las muestras con ácido para comprobar exclusivamente la presencia de silicificaciones vegetales (fitolitos), más difíciles de detectar por la masiva presencia de oxalatos²⁰.

3.3.1. Metodología

Las muestras M1 y M2 revelan a nivel macroscópico un aspecto similar en cuanto a color (ocre/gris

claro) y textura (fina), siendo inicialmente desecadas a 59 °C durante 24 horas para eliminar posibles rastros de humedad, proceso que no alteró su coloración ni volumen. A continuación, para una inicial inspección microscópica, se prepararon las muestras mediante la técnica de frotis, utilizando agua destilada para su extensión por el portaobjetos, secado en placa calefactora (59 °C) y añadido de varias gotas de Permunt®, cuyo índice de refracción es idóneo para observar partículas tanto de componente isotropo (como los fitolitos) como anisotropo (oxalatos y partículas carbonatadas).

Tras inspeccionar las preparaciones de muestras sin tratar y constatar la gran cantidad de pseudomorfo de calcita presentes, se procedió a su disolución para identificar los elementos con composición silíceas, que se hallarían en el residuo de la fracción insoluble al ácido y que en parte podría estar formada por fitolitos. Para ello las muestras se sometieron a digestión en ácido clorhídrico (HCl 37 %) a baja temperatura (80 °C), tras lo cual se lavaron con agua destilada en ciclos de agitación, centrifugado (2 000 rpm./10') y decantación. Este tratamiento confirmó que las muestras contenían arcilla, lo que hizo necesaria su eliminación, al complicar la observación de las partículas >2 µm, entre las cuales se encuentran la mayor parte de los fitolitos y oxalatos.

²⁰ Debido a los propios requerimientos de la analítica, previamente se estudiaron diversos taxones de plantas actuales integrantes de la vegetación potencial de Lanzarote para determinar el tipo de fitolitos y oxalatos de calcio que producían. Las muestras se tomaron de la Colección de Referencia Fitoliteca-1 (Afonso, 2014 y 2016) y de muestreos puntuales sobre el terreno.

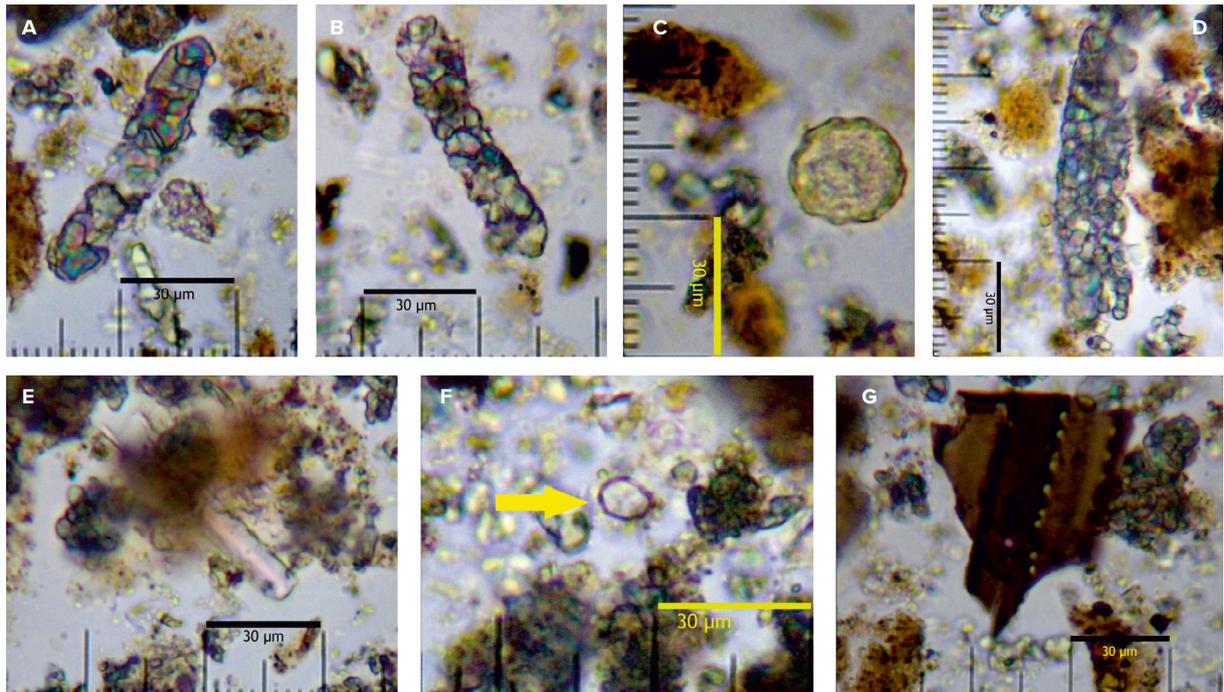


Figura 17. A-B-D. Pseudomorfos de calcita con morfología rectangular. C. Morfología esférica no identificada y no-polínica, que en origen podría presentar ornamentación equinada. E. Posible tricoma silíceo en el que puede apreciarse su extremo más ancho, de conexión anatómica. F. Cuerpo silíceo de morfología elíptica. G. Posible plaqueta opaca con perforaciones o esqueleto silíceo formado por células largas (600×). (Foto: J.A. Afonso)

Figure 17. A-B-D. Calcite pseudomorphs with rectangular morphology. C. Unidentified and non-pollinated spherical morphology, which originally could have presented equine ornamentation. E. Possible siliceous trichome in which its widest end, with an anatomical connection, can be seen. F. Siliceous body with elliptical morphology. G. Possible opaque platelet with perforations or siliceous skeleton formed by long cells (600×). (Photo: J.A. Afonso)

3.3.2. Estudio microscópico de las muestras M1 y M2

Muestra M1 (sin tratar)

Presenta numerosos cristales de oxalatos de calcio fragmentados y alterados por altas temperaturas, lo que dificulta su adscripción taxonómica. En algún caso conservan la que pudo ser su morfología original, rectangular, con un eje longitudinal máximo de $\pm 124 \mu\text{m}$ y transversal de $\pm 24 \mu\text{m}$. El ejemplo de la figura 17-A tiene aproximadamente $75 \times 16 \mu\text{m}$ y bordes posiblemente apuntados, parámetro complejo de definir en la mayoría de los casos restantes debido a la fragmentación. Para su identificación se toma como referencia preliminar la producción de oxalatos de calcio de los tejidos aéreos del pino canario (*Pinus canariensis*) (figura 18-C), con extensión a todas las especies integrantes del género, aunque constituye una morfología muy común en otras plantas (Wallis, 1968). Esta elección se hace atendiendo a los parámetros morfométricos y tafonómicos

observados (figura 17-A-B) que, comparados con los percibidos en las plantas seleccionadas como referencia, son con los que muestran mayores similitudes (figura 18).

Muestra M1 (fracción insoluble al ácido)

Presenta mayoritariamente silicificaciones amorfas, sin posibilidad inicial de vinculación a un tipo concreto de planta. En algunos casos se observan formas globulares lisas, de entre 2-5 μm de diámetro, aisladas o formando agregados silíceos, en cuyo caso podría tratarse de fitolitos vinculados a gimnospermas o angiospermas dicotiledóneas con gran desarrollo de tejidos leñosos, como los hallados en coníferas canarias (Afonso, 2014).

Una de las tipologías morfométricamente más consistentes, aunque escasa, tiene un esquema propio de células huecas, con gruesas paredes silicificadas y forma de elíptica a poligonal, con el margen interior liso y el exterior rugoso (figura 19-A). La propuesta para este tipo de silicificaciones, también presentes

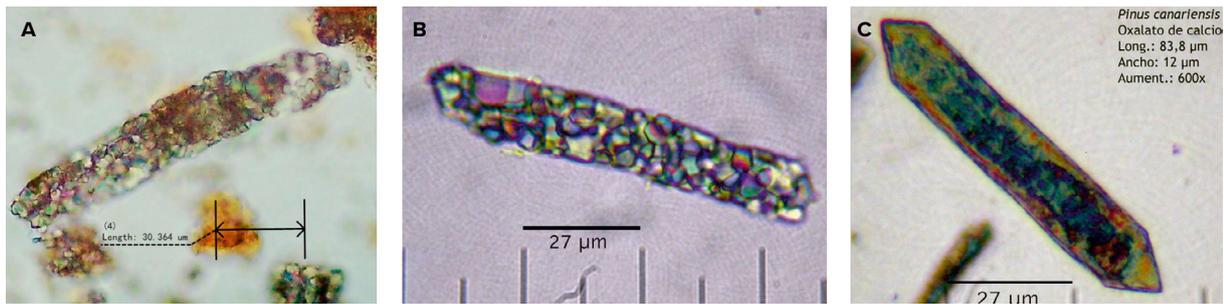


Figura 18. A. Pseudomorfo de calcita presente en la M1 del yacimiento de Buenavista. B. Pseudomorfo similar localizado en sedimentos de El Tental (La Palma) (600×. Izq. bajo luz transmitida con filtros polarizadores no cruzados). C. Tipo de oxalato de calcio más común en los tejidos aéreos de *Pinus canariensis*, ya transformado en pseudomorfo de calcita por una temperatura máxima de 400 °C, perteneciente a la Colección de Referencia Fitoliteca-1 (600× bajo luz polarizada). (Foto: J.A. Afonso)

Figure 18. A. Calcite pseudomorph present in the M1 of the Buenavista deposit. B. Similar pseudomorph located in sediments from El Tental (La Palma) (600×. Left under transmitted light with uncrossed polarizing filters). C. Type of oxalate calcium most common in the aerial tissues of *Pinus canariensis*, already transformed into a calcite pseudomorph by a temperature maximum of 400 °C, belonging to the Fitoliteca-1 Reference Collection (600× under polarized light). (Photo: J.A. Afonso)

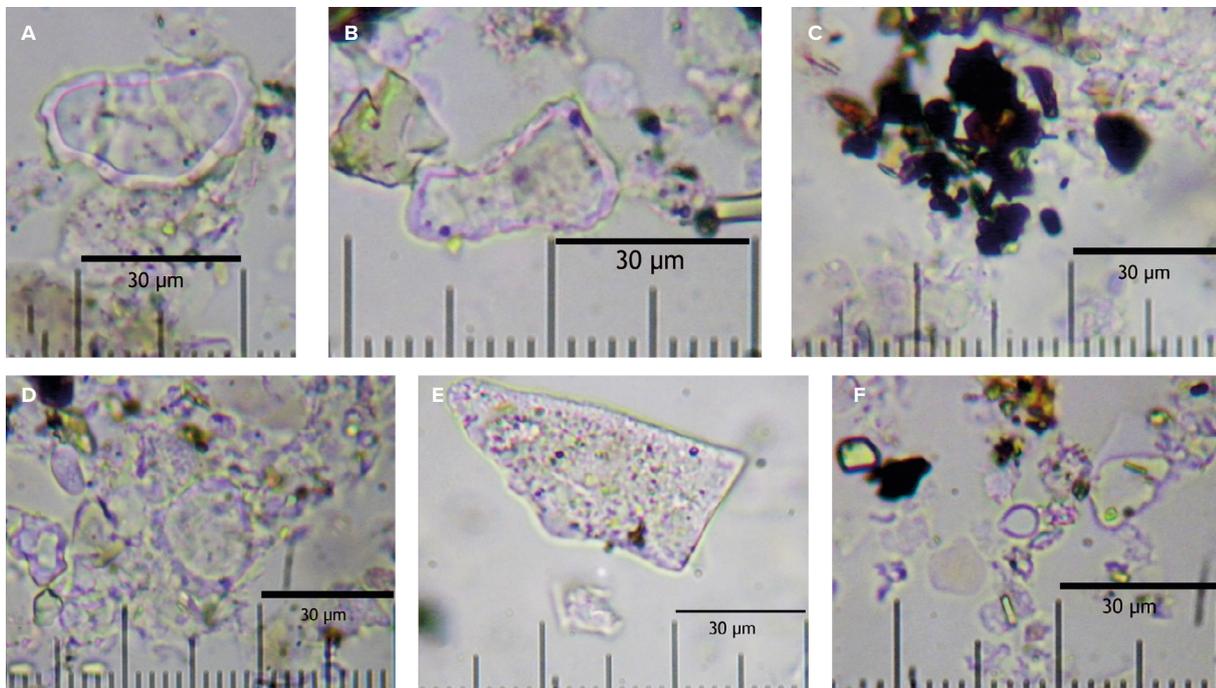


Figura 19. Ejemplos de la fracción insoluble al ácido. A-B. Estructuras elipsoidales o poligonales de gruesas paredes silicificadas. C. Microcarbónes y limos. D. Elementos amorfos silicificados y fragmento de estructuras similares a las de las figuras A y B. E. Plaqueta silíceas. F. Quiste de microalgas crisofita con elementos amorfos y limos (600×). (Foto J.A. Afonso)

Figure 19. Examples of the acid-insoluble fraction. A-B. Ellipsoidal or polygonal structures with thick silicified walls. C. Microcarbons and silts. D. Silicified amorphous elements and fragment of structures similar to those in figures A and B. E. Siliceous platelet. F. Cyst of chrysophyte microalgae with amorphous elements and slimes (600×). (Photo J.A. Afonso)

en la muestra M2, sólo puede orientarse hacia plantas que desarrollan estructuras similares, de tipo epidérmico, con un amplio rango taxonómico, como las *Lamiáceas*. Se trataría de angiospermas monocotiledóneas, en forma de tejidos de determinadas herbáceas con cierto tamaño y tejidos secos como para producir calor más o menos continuado o de cierta intensidad. También se identifican plaquetas silíceas

aisladas, de bordes lisos y morfología cuadrangular no simétrica, que en algunos casos parecen presentar fracturas concoideas (figura 19-E).

Hay indicios de fitolitos esféricos con ornamentación equinada, inicialmente propuestos para la familia *Areaceae*, muy afectados por disolución silíceas, propiciada sin duda por las condiciones fuertemente alcalinas del material contextual. Esta tipología,

compartida por los géneros pertenecientes a dicha familia y por otras, podría corresponder con la palmera canaria (*Phoenix canariensis*). Otros indicios proceden de esqueletos silíceos, muy fragmentados, formados por fitolitos de células cortas y largas equinadas o dendriformes, muy probablemente pertenecientes a gramíneas, sin poder confirmar que se trate de especies cultivadas. También hay indicios de quistes de resistencia de algas crisofitas, de al menos dos tipologías: esférico liso sin collar y elíptico con collar (figura 19-F). De forma muy aislada se observan fragmentos de espículas de esponjas, de aproximadamente 57 μm de eje longitudinal. Ambas tipologías hacen referencia a organismos de origen vegetal y animal propios de condiciones ambientales húmedas. En general se trata de silicificaciones vinculadas a un porcentaje bajo en sílice, ya que la fracción insoluble al ácido no sólo presenta las morfologías descritas sino también abundantes granos de piroxenos y microcarbones, por lo que dicho porcentaje sería aún inferior al aproximadamente 20 % de fracción insoluble que presentan las muestras sometidas a descarbonatación ácida. Las concentraciones de microcarbones es baja, sobre todo en comparación con los pseudomorfo de calcita, indicativo de la continuidad suficiente de la temperatura alcanzada para propiciar la calcinación de la materia combustible, obteniéndose como resultado cenizas blancas, y en menor medida la carbonización de los tejidos vegetales implicados. Igualmente se identifican indicios de fitolitos de sílice con forma alargada, gran desarrollo longitudinal y escaso eje transversal ($E_{\text{long.}} = \pm 89 \mu\text{m}$, $E_{\text{trans.}} = \pm 2,7 \mu\text{m}$), con aparentes bordes angulosos similares a los presentes en los tejidos de las gramíneas. Con respecto a las formas esféricas y posible ornamentación equinada, vinculadas en este contexto a las *palmáceas*, no parece tratarse de fitolitos (figura 17-C), por lo que no puede plantearse su pertenencia a dicho grupo vegetal, que los produce en gran cantidad. Tampoco se trata de palinomorfo, al ser el fuego la principal causa de su destrucción.

Muestra M2 (sin tratar)

La matriz está compuesta por innumerables partículas de comportamiento anisótropo, con diferentes grados de birrefringencia, forma, tamaño y coloración

(figura 20-A-B-C-D), que presentan mayoritariamente formas poliédricas correspondientes a cristales de oxalato de calcio de origen vegetal, transformados por una fuente de intenso calor en carbonatos de calcio bajo la forma de pseudomorfo de calcita. Se distinguen dos grupos, el mayoritario formado por cristales prismáticos aislados o en agregación no geométrica, de muy diferente forma y tamaño, y un segundo que parece mantener su estructura morfológica original, de tendencia alargada rectangular (figura 20-F).

No se observan fitolitos, pero sí indicios de otros microfósiles vegetales vinculados a condiciones hídricas, como los quistes de microalgas crisofitas, esféricos y sin ornamentación ($\varnothing_{\text{Prom.}} = \pm 6,75 \mu\text{m}$), relacionados con la presencia de agua debida probablemente a estancamiento estacional.

A nivel edafológico se distinguen microagregados de arcilla, así como limos medios y finos (20 a 2 μm). No presentan dudas los ejemplos de partículas de tamaño superior a los limos, que responden a las características de minerales silicatados, como los piroxenos de augita, aunque se trata de granos muy fragmentados y redondeados, prueba de su antigüedad. Su escasa presencia y la dificultad para identificarlos en una matriz dominada por los cristales de oxalato, indica la naturaleza de la misma, más propia de la ceniza que de un suelo o sedimento.

La composición de la muestra M2 puede servir como referencia de las partículas más representativas del conjunto analizado, al presentar, con mínimas diferencias, los aspectos característicos del mismo, apreciándose múltiples cristalizaciones propuestas para antiguos oxalatos de calcio, transformados por combustión en carbonato cálcico (Canti y Brochier, 2017) bajo la forma de pseudomorfo de calcita (Canti, 2003). Esas cristalizaciones, cuantitativamente los cuerpos microscópicos más abundantes, muestran por lo general agrupaciones de cristales de muy diferente forma y tamaño que, en algunos casos, adquieren formas rectangulares (figura 20-F y Fig. 17-A-B-D), pudiendo derivar estas de la morfología original, las cuales resultarían desestructuradas por la propia dinámica de la estructura de combustión. Que no hayan perdido su propiedad birrefringente constituye un dato relevante para determinar la temperatura alcanzada por los tejidos vegetales

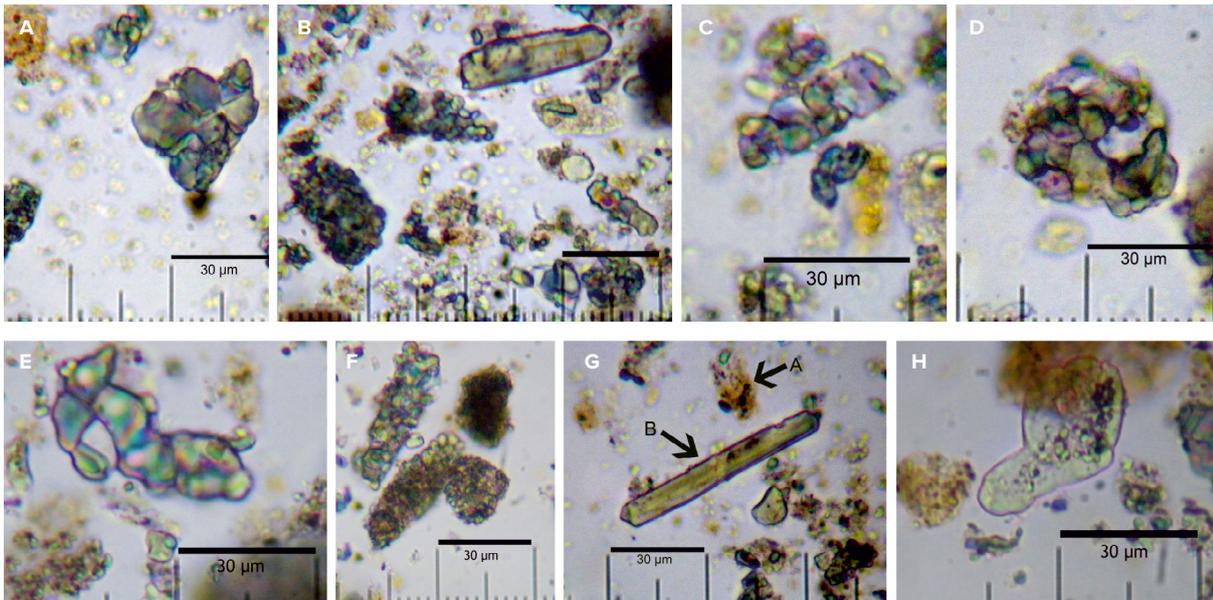


Figura 20. A-B-C-D-E-F. Ejemplos de las cristalizaciones propuestas para pseudomorfos de calcita derivados de oxalatos de calcio, que constituyen los restos de microfósiles vegetales más abundantes en la M1. En este caso desde las más desestructuradas, sin aparente rastro de la morfología original, hasta las que presentan cierta tendencia al agrupamiento en sentido rectangular. G. Grano aislado y desestructurado de piroxeno (B) y agregado de arcilla (A). H. Posible microfragmento de hueso (600×). (Foto: J.A. Afonso)

Figure 20. A-B-C-D-E-F. Examples of the proposed crystallizations for calcite pseudomorphs derived from oxalates of calcium, which constitute the most abundant plant microfossil remains in the M1. In this case from the most unstructured, with no apparent trace of the original morphology, to those that present a certain tendency to group into rectangular sense. G. Isolated and destructured grain of pyroxene (B) and clay aggregate (A). H. Possible microfragment of bone (600×). (Photo: J.A. Afonso)

durante la combustión, al constatarse experimentalmente que al alcanzarse los 700 °C esa propiedad se atenúa o desaparece. La elevada fragmentación puede deberse a la temperatura alcanzada (> 500 °C) y a la dinámica de la estructura de combustión.

La práctica ausencia de fitolitos en las muestras de Buenavista, al menos con formas reconocibles, se debería a la utilización como combustible de plantas con muy baja producción de fitolitos, que en origen poseen un porcentaje muy bajo de sílice (SiO₂), y dada la similitud entre las fracciones insolubles al ácido que presentan las muestras, puede plantearse la posibilidad de que en las estructuras de combustión se utilizara como combustible el mismo tipo de tejido vegetal, o una selección muy restringida de plantas similares²¹.

²¹ El fuego no destruye los fitolitos salvo que la temperatura se eleve hasta alcanzar el grado de fusión de la sílice, algo por encima de los 1000 °C. En las muestras analizadas no se ha detectado ningún parámetro microscópico que indique tal circunstancia.

Muestra M2 (fracción insoluble al ácido)

Presenta gran cantidad de partículas silíceas amorfas constituidas por elementos aislados de escaso tamaño (<2 µm), que podrían constituir agregados silíceos, junto con elementos más escasos con morfologías de mayor tamaño, a modo de plaquetas, con superficies y bordes lisos (figura 19-E). Se identifican además numerosos granos minerales de tamaño limo (50-2 µm) o arena fina (200-50 µm) que, en la mayoría de los casos, podrían corresponder a cristales de piroxeno de augita, confirmando que la fracción insoluble al ácido posee un componente heterogéneo, al estar formada no sólo por silicificaciones de origen biogénico, incluyendo en ellas no sólo fitolitos sino otros tipos de microfósiles, como microalgas. El gran volumen de cristalizaciones de carbonato cálcico presentes en las muestras sin tratar plantea que las plantas de origen de las biomineralizaciones (cálcicas y silíceas) poseían tejidos leñosos con un bajo contenido en sílice. Entre las escasas silicificaciones con parámetros morfológicos mensurables destacan algunas de mayor tamaño y consistencia, en especial cuerpos

silíceos que pueden alcanzar y superar los 100 µm en su eje de simetría mayor, los cuales destacan entre los registros microscópicos de la fracción insoluble al ácido por su gran superficie en vista planar, aparente ausencia de ornamentación y morfología poliédrica asimétrica. Esas características han sido designadas como plaquetas silíceas (figura 20-A), para las que se proponen dos interpretaciones; que pueda tratarse de vidrio volcánico generado con baja emisión de gases, y por tanto muy baja vesiculación, o que pertenezcan a una planta aún por determinar que desarrolle ese tipo de silicificación sin ornamentación y que, por su comportamiento óptico isótropo e incluso coloración bajo luz transmitida convencional, presente un aspecto muy similar al de la mayoría de los fitolitos. A nivel cuantitativo constituyen elementos poco representados en relación con los muy numerosos silicificados amorfos, quedando relegados a servir de explicación paleobotánica a una pequeña parte de la misma. También se confirma la muy escasa presencia en los tejidos empleados como combustible de plantas locales pertenecientes a las familias botánicas con mayor producción de fitolitos de diagnóstico taxonómico, tales como *Poaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae* o *Rubiaceae*.

En la muestra también se observan microcarbones, escasos y con morfologías variables, mayoritariamente rectangular a subsférica, con claro predominio de los bordes redondeados, lo que sugiere generación *in situ*, aunque cierto grado de movilidad entre partículas. La única propuesta taxonómica aquí es su obvia pertenencia a tejidos vegetales leñosos y su escasa representación en un contexto de cenizas, como apunta la estimación de los carbonatos, derivada de la baja temperatura de combustión que hizo que sólo una pequeña parte de los tejidos alcanzara el grado de carbonización.

Con respecto a las partículas minerales pertenecientes a diversos grupos minerales aislados, en su mayoría redondeados, destacan las que podrían ser piroxenos de augita, por su coloración verdosa, morfología rectangular y extremos apuntados aunque romos. Se trataría de la representación mineral más común del contexto geológico local, correspondiente a rocas ígneas máficas y ultramáficas, con alto contenido en Mg y Fe.

3.3.3. Resultados

En términos generales, la matriz de las dos muestras observadas al microscopio es muy similar, por lo que el primer resultado que puede señalarse proviene de la observación de la fracción <2 µm extraída a las muestras. En las muestras sin disgregar ni descarboxar, las arcillas se hallan presentes en forma de microagregados (figura 17-D) unidos a las numerosas cristalizaciones birrefringentes, poliédricas y con pleocroísmo, correspondientes a oxalatos de calcio alterados por el calor y convertidos en pseudomorfos de calcita. Estos microagregados son escasos en términos relativos con respecto a las cristalizaciones, hecho que puede interpretarse como confirmación de la naturaleza de las muestras. Un segundo aspecto referido a la matriz, una vez eliminadas las arcillas mediante un protocolo específico (Afonso, 2014), lo constituye la gran cantidad de cristalizaciones, de morfología muy variable con alto grado de redondez aunque sin tendencia a la esfericidad. El tamaño de estas cristalizaciones parece estar por debajo de 20 µm.

La constatación de que la principal biomineralización presente en las muestras lo constituyen los pseudomorfos de calcita, derivados de oxalatos de calcio de origen vegetal, seguidos por las silicificaciones denominadas fitolitos, confirma que las muestras M1 y M2 están integradas mayoritariamente por residuos de la combustión de tejidos leñosos. Por otro lado, que la fracción insoluble al ácido sea ostensivamente menor y que sus componentes silíceos no posean mayoritariamente claras propiedades de diagnóstico, genera incertidumbre a nivel del reconocimiento taxonómico si se emplea sólo la fracción, por lo que el papel informativo de las formas derivadas de oxalatos de calcio es muy alto en este estudio, incluso a pesar de la complejidad microscópica que presentan las muestras. No obstante, puede asegurarse la utilización de tejidos vegetales con alto contenido en un tipo concreto de oxalatos de calcio, los estiloides no menores de 70 µm en su eje longitudinal y 16 µm en el transversal, pese a que es evidente su alteración por el calor, que ha ocasionado cambios fisicoquímicos que no incluyen la pérdida de su birrefringencia. Con estos datos, la mayor concordancia se encuentra en los tejidos del pino canario

(*Pinus canariensis*), si los comparamos con el muestreo previo de vegetales realizado, proviniendo las biomineralizaciones, tanto las derivadas de oxalatos como de fitolitos, de los tejidos de los tallos, muy probablemente de carácter leñoso.

La segunda característica destacada de las muestras es la escasez de fitolitos de diagnóstico, aspecto que permite descartar la participación de tejidos vegetales con alto contenido en sílice, como los existentes en plantas pertenecientes a las familias botánicas que habitualmente los desarrollan en grandes concentraciones y podrían ser habituales en el contexto biogeográfico conocido de las islas Canarias, grupos a los que pertenecen las gramíneas (Poaceae), ciperáceas (Cyperaceae), palmeras o palmas (Arecaceae), así como numerosas compuestas (Asteraceae) y especies pertenecientes al género *Echium* (Boraginaceae). Las compuestas solo podrían atestigüarse si se confirmara la presencia de silicificaciones que pudieran pertenecer a sus estructuras epidérmicas; no obstante, el hecho de trabajar con un contexto ambiental del que aún se desconocen plenamente sus componentes para las etapas durante las cuales Buenavista estuvo activo, deja abiertas otras posibilidades explicativas. Aunque podrían descartarse tejidos provenientes de plantas cultivadas, como los cereales de la tribu Triticeae e incluso de moráceas como la higuera (*Ficus carica*, Moraceae), por citar dos de los principales hitos de la vegetación cultivada en la cuenca mediterránea en la Antigüedad tardía y en la Protohistoria canaria, hay indicios muy fragmentados y aislados de Triceae en la fracción insoluble al ácido, donde predominan los elementos silicificados amorfos.

Es destacable la similitud de los componentes detectados en ambas muestras, indicativa de la misma pauta de selección de los tejidos leñosos empleados como combustible, al igual que las diferencias existentes, en términos interpretativos, entre la fracción no tratada y la fracción insoluble al ácido, donde el componente vegetal se hace más complejo de identificar, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.

Como conclusión resulta manifiesta la importancia, como evidencia arqueobotánica, de los registros de carbonatos de calcita derivados de antiguos oxalatos de calcio, cuyo número y características permite no sólo confirmar que estamos ante los registros

propios de estructuras de combustión, sino también acotar las posibles plantas que fueron empleadas como combustible, de las cuales, atendiendo al estudio experimental de referencia efectuado, pueden descartarse las más comunes presentes hoy en la flora de Lanzarote. Empleando los datos morfométricos y tafonómicos de todas ellas, así como el conocimiento disponible hasta el momento, es posible asegurar que la mayor parte de los oxalatos provienen de tejidos leñosos de una gimnosperma, en concreto de una conífera como el pino canario; aunque en el registro microfósil de la fracción insoluble al ácido no aparecen estructuras silicificadas bajo la forma de fitolitos con propiedades sólidas de diagnóstico taxonómico, no puede descartarse que la mayor parte de ellos correspondan a los tallos de dicha planta. Teniendo en cuenta criterios cuantitativos relativos, tanto de la fracción no alterada como de la insoluble al ácido, por el momento esa parece ser la explicación más plausible.

Otros elementos destacables corresponden a indicios muy aislados de microalgas crisofitas y espículas de esponjas, que indican encharcamientos someros en el contexto del que proceden las muestras. Igualmente, los indicios de esferulitas de fauna herbívora, que en el contexto del que proceden corresponderían a ovi-cápridos, indicarían que sus heces formaron parte del poco heterogéneo conjunto de materiales empleados como combustible en las estructuras de combustión de las que proceden las muestras.

3.4 Análisis de coprolitos²²

En Buenavista se localizó un paquete de coprolitos constituido por una decena de elementos bien conservados y varios fragmentos que ofrecieron un peso total aproximado de 100 g. Teniendo en cuenta que en este tipo de hallazgos la morfología es relevante para el diagnóstico taxonómico destinado a determinar su origen zoológico (Chame, 2003), su recogida se produjo de manera meticulosa en envases herméticos estériles para evitar su disgregación y aislarlos de

²² Los análisis estuvieron a cargo de Paloma Cuello del Pozo.

cualquier elemento orgánico que pudiera contaminarlos. Paralelamente, atendiendo a posibles transformaciones producidas a causa de procesos tafonómicos que alteraran o dispersaran los restos contenidos en los coprolitos, se extrajeron muestras de los sedimentos que envolvían los coprolitos (Bouchet *et alii*, 2003) para que sirvieran de control para evaluar la existencia de contaminación con materia fecal procedente de otro origen, considerando que los componentes de un coprolito se ven más afectados en yacimientos abiertos que en cuevas o lugares abrigados (Reinhard y Clary, 1986).

3.4.1. Metodología

El análisis de los coprolitos hallados en Buenavista se inició con su descripción, medición, fotografía y selección de los fragmentos peor conservados, los cuales serían diseccionados parcialmente antes de ser sometidos a análisis radiocarbonométrico y molecular/microbiológico. Para realizar los últimos se aisló una muestra de aproximadamente 30 g, de la que se analizó tanto la matriz calcárea como los elementos que incorporaba. En la descripción se han tenido en cuenta²³, entre otros aspectos, el color, tanto en la superficie como en el interior, la forma, el tamaño y la presencia de restos macroscópicos tales como pelos, quitinas de insectos, semillas, huesos, etc., (Jouy Avantin *et alii*, 2003). De forma general, los coprolitos de Buenavista poseen tamaños regulares y formas de tendencia cilíndrica o aplanada (figura 21), correspondiendo a heces de *Canis familiaris*, en concreto a un ejemplar de cánido de tamaño mediano-pequeño²⁴. La investigación arqueológica ha

constatado que los yacimientos suelen contener una notable presencia de excrementos, sobre todo de perros, aunque su identificación no resulta fácil.

En laboratorio, los coprolitos se analizaron utilizando técnicas de microscopía petrográfica y estudios químicos de microsonda, para lo que se emplearon las metodologías de rehidratación de coprolitos (Callen y Cameron, 1960) y de aislamiento de granos (Weir y Bonavia, 1985), con la finalidad de observar la presencia de posibles células capilares y granos de polen que permitieran clasificar taxonómicamente los vegetales relacionados con la muestra, lo que contribuiría a reconstruir el paleoambiente y la estacionalidad asociadas al hallazgo.

El análisis de microrrestos de los coprolitos se orientó a identificar las especies botánicas y faunísticas que fueron consumidas por el animal que generó las heces, determinar el patrón de crecimiento de los restos vegetales, la utilidad que representó para el ser humano y la comunidad vegetal a la que pertenecen y, finalmente, establecer las condiciones paleoambientales asociadas al asentamiento donde se registraron los coprolitos, para lo que se procedió a la extracción del polen contenido en la muestra, la cual fue procesada en el Laboratorio de Palinología del Departamento de Antropología de la Universidad de Texas A&M en College Station (EE.UU.). El análisis se inició fraccionando la muestra en cinco sub-muestras (números 1 a 5) para a continuación proceder a separar los componentes materiales de cada una de ellas, una tarea que resultó compleja, hasta el punto de que sólo se consiguió limpiar tres de las cinco sub-muestras, las cuales no mostraron restos palinológicos, ausencia que tiene su origen en el proceso de degradación orgánica, durante el cual se suceden una serie de factores que ejercen su influencia en el estado de conservación de los paleopólenes y que comentaremos a continuación.

Las cinco sub-muestras, con un peso de entre 1 y 2 g cada una, se tamizaron a través de una malla de 250 y se introdujeron en vasos de precipitados de 500 ml a los que se añadieron 80 ml de una disolución en agua al 48 % de ácido fluorhídrico, la cual se dejó actuar durante 12 horas para disolver los silicatos. A continuación, siguió un baño con una disolución de 300 ml en agua al 15 %

²³ Jouy Avantin *et alii* (2003) insisten en la importancia de conseguir un método estandarizado para la descripción de coprolitos y proponen una ficha para establecer criterios descriptivos que puedan ser comparables.

²⁴ El perro doméstico no se había atestiguado entre las especies animales cuyos restos óseos se han recuperado en Buenavista; por el contrario, en el cercano yacimiento de El Bebedero sí se habían documentado restos óseos de cánido entre los registros materiales recuperados durante la tercera campaña de excavaciones desarrollada en 1990, donde está presente desde el estrato IV (Atoche, 1996: 39, figs. 4 y 5), coincidiendo con el establecimiento humano en el lugar, asociado a un nivel de ocupación cuyos límites cronológicos y contexto cultural y artefactual son semejantes a los que se hallan asociados los coprolitos que se analizan en este trabajo.

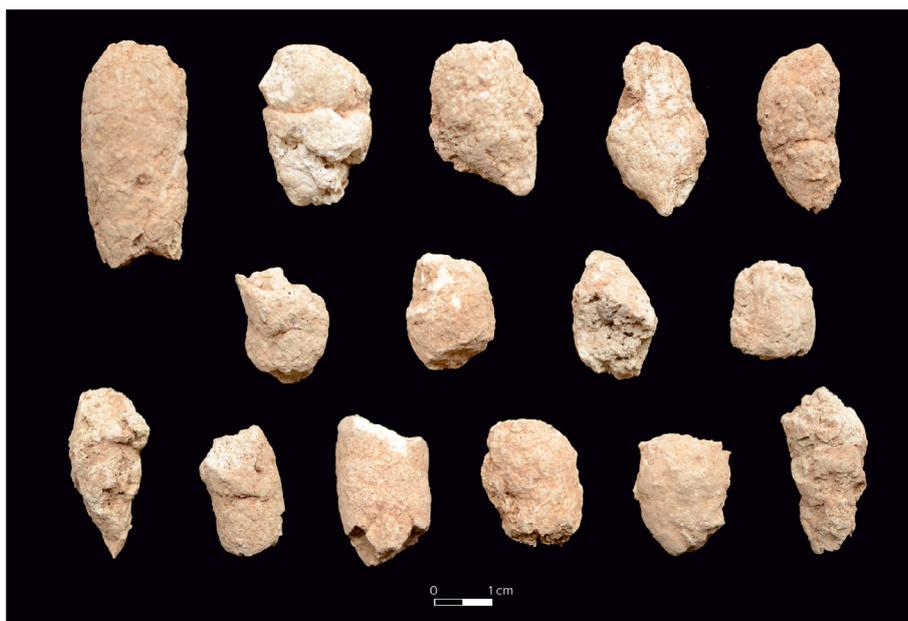


Figura 21. Buenavista. Algunos de los coprolitos mejor conservados. (Foto: P. Atoche)

Figure 21. Buenavista. Some of the best preserved coprolites. (Photo: P. Atoche)

de ácido hidroclicórico durante 12 horas para disolver los carbonatos. Posteriormente las muestras se traspasaron a tubos de centrifugado de 15 ml y se procedió al centrifugado, decantándose el exceso de ácido tras cada ciclo, hasta transferir por completo el precipitado. Seguidamente las muestras fueron sometidas a tratamiento químico de acetólisis (Erdtman, 1960), con una mezcla de ácido sulfúrico y anhídrido acético para destruir el contenido citoplasmático de los granos y esporas de polen, conservando las paredes formadas por esporopolenina, sustancia resistente a la acetólisis, lo que posibilita una mejor observación y estudio de las paredes de los granos de polen y esporas al microscopio óptico en superficie y en sección. A continuación, las muestras recibieron dos tratamientos al 48% de ácido hidrofúorico y fueron depositadas en la placa térmica a 80 °C durante una hora por cada tratamiento. Este último paso contribuyó a la limpieza de una de las cinco muestras, mientras que las cuatro restantes fueron mezcladas con zinc-bromuro en líquido de alta densidad (gravedad específica 2.0) para separar las partículas más ligeras de las más pesadas. La fracción con menos gravedad se limpió con etanol y agua destilada para reservar el residuo final en viales. Las muestras se montaron en los portaobjetos utilizando glicerina.

3.4.2. Resultados

El residuo de dos de las cinco sub-muestras estaba muy compacto y no se consiguió separar, conteniendo ambas una gran carga de fluorosilicatos que no pudieron ser eliminados (figura 22-A-B), los cuales constituyen un residuo que puede aparecer después del uso del ácido hidrofúorico. Las tres muestras más limpias no mostraron la presencia de granos de polen; por el contrario sí se detectó ADNmt, en proceso de análisis.

3.5. Análisis de los restos osteológicos integrados en los coprolitos²⁵

Aunque no es muy frecuente localizar coprolitos en buen estado de conservación en el contexto de yacimientos arqueológicos, aún resulta más excepcional que esos coprolitos contengan restos osteológicos no digeridos que proporcionen información acerca de las costumbres alimenticias de quien los excretó. Esto último es precisamente lo

²⁵ Los análisis estuvieron a cargo de Alberto J. Martín Rodríguez.

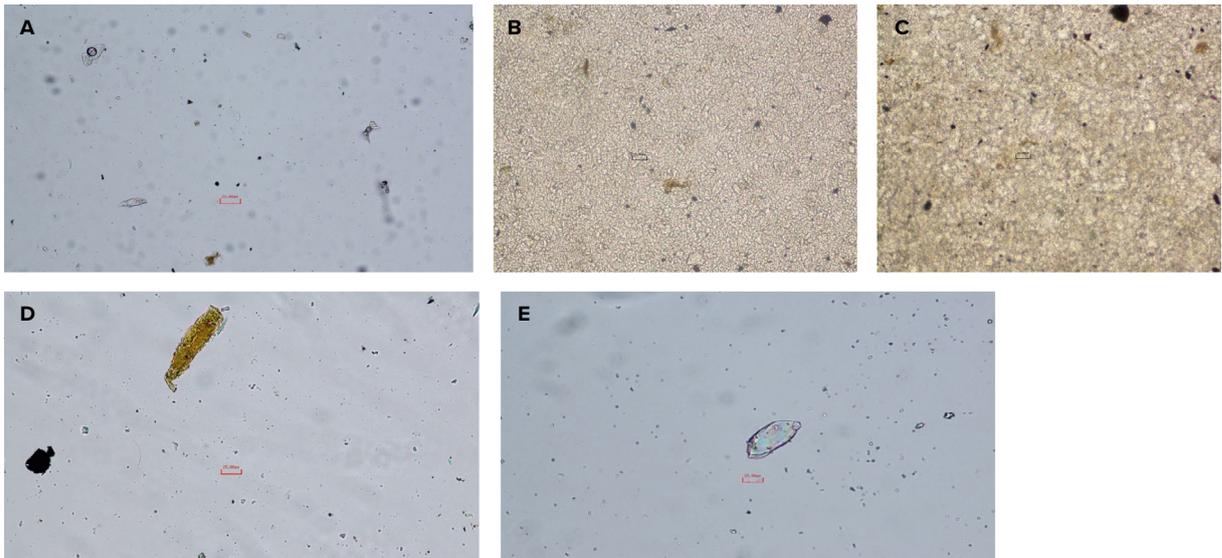


Figura 22. A-B. Muestras n° 2 y n° 3 con presencia de fluorosilicatos que no pudieron ser eliminados durante el procesado químico. C-D-E. Muestras n° 1, n° 4 y n° 5, sin presencia de palinomorfos. (Foto: P. Cuello)

Figure 22. A-B. Samples No. 2 and No. 3 with the presence of fluorosilicates that could not be eliminated during processing chemical. C-D-E. Samples No. 1, No. 4 and No. 5, without the presence of palynomorphs. (Photo: P. Cuello)

que se observa en los coprolitos de cánido recuperados en Buenavista, los cuales muestran a simple vista la presencia de fragmentos óseos y malacológicos, entre los que se identifica el extremo distal de una falange²⁶. Con la finalidad de discernir si alguno de los fragmentos óseos pudiera corresponder o no a un ser humano, se procedió a disgregar el coprolito y a estudiar individualmente cada uno de los restos que contenía.

3.5.1. Metodología

Se estudian y analizan 26 fragmentos óseos y de moluscos procedentes de la disgregación de un fragmento de coprolito de cánido. Todas las piezas fueron analizadas bajo una lupa digital Leica DMS1000 y las imágenes obtenidas se procesaron y midieron con el programa Leica Application Suite V.3.4.o. Para confirmar que las medidas obtenidas

²⁶ Su similitud con una falange humana abrió la posibilidad de que parte de los restos óseos que contenía el coprolito pudieran tener ese origen, planteándose una inesperada posibilidad para la investigación bioantropológica de las comunidades protohistóricas de Lanzarote y, quizás, para obtener una respuesta a la extrema escasez de restos humanos localizados en la isla (Atoche *et alii*, 2021).

con el programa se ajustaban a la realidad, se seleccionaron aleatoriamente varias piezas cuyas dimensiones se comprobaron con un calibrador. Cuando en el proceso de identificación biométrica la morfología no permitió la identificación de los fragmentos y, en consecuencia, discriminar si se trataba de huesos humanos o de animales, se han seguido los criterios de Watson y McClelland (2018).

3.5.2. Resultados

La totalidad de los fragmentos óseos y malacológicos analizados aparecen muy deteriorados como consecuencia de los procesos mecánicos asociados a la masticación y los químicos vinculados a la digestión, circunstancia que dificulta, cuando no imposibilita, su identificación taxonómica. Por otro lado, a causa también de esos procesos, todos los fragmentos poseen un tamaño inferior a 15 mm.

Los restos extraídos de la muestra de coprolito fueron observados a diversos aumentos con lupa digital y, tras ser fotografiados, se procedió a su identificación siempre que ello fue posible, consiguiéndose adscribir la totalidad de los restos a uno de los cuatro grupos siguientes: moluscos (*Patella sp.*), lacértidos, indeterminado lacértido/micromamífero y ovicáprido.

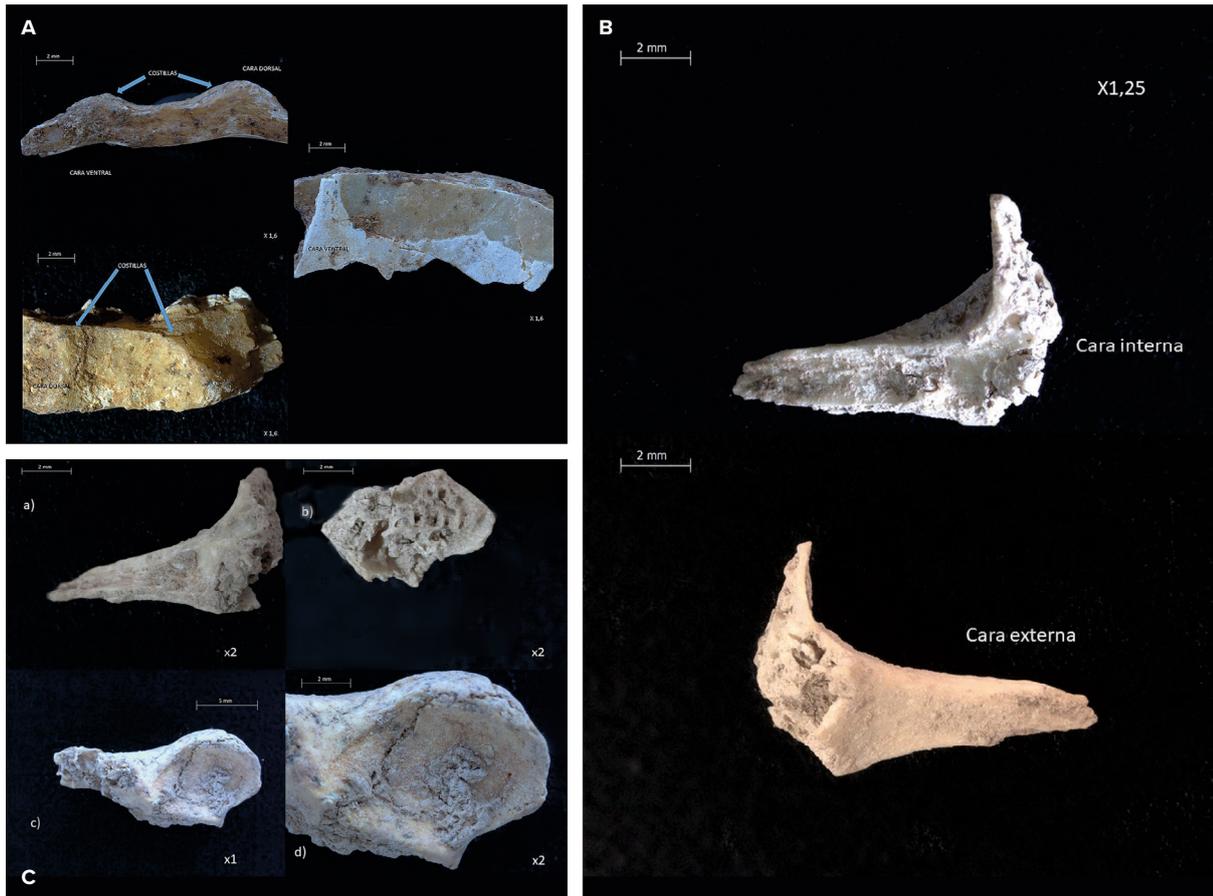


Figura 23. Buenavista. A. Fragmento de concha de *Patella sp.* (x1,6). B. Fragmento de palatino o de cuadrado de lacértido. C. Restos indeterminados correspondientes a lacértido o micromamífero. Vista lateral a) y distal b) de un húmero o un fémur (x2). Vista de acetábulo pélvico a diferentes aumentos, c) x1 y d) x2. (Foto: A.J. Martín)

Figure 23. Buenavista. A. Shell fragment of *Patella sp.* (x1.6). B. Fragment of palatine or lacertid quadrate. C. Indeterminate remains corresponding to a lacertid or small mammal. Lateral a) and distal b) view of a humerus or femur (x2). View of the pelvic acetabulum at different magnifications, c) x1 and d) x2. (Photo: A.J. Martín)

3.5.2.1. Moluscos

En la muestra se han identificado al menos dos fragmentos de concha de *Patella sp.* (figura 23-A), en los que son claramente apreciables los relieves de las costillas de esta.

3.5.2.2. Lacértidos

La muestra proporcionó varios restos óseos pertenecientes a lacértidos y/o micromamíferos, resultando extremadamente difícil, debido al estado de deterioro de los fragmentos, discernir a qué grupo pertenecen. No obstante, y siguiendo los criterios propuestos por Barahona *et alii* (1998), al menos una de las piezas correspondería a un fragmento de palatino o de cuadrado de lacértido (figura 23-B).

3.5.2.3. Fragmentos indeterminados de lacértidos o micromamíferos

En la muestra son frecuentes los fragmentos de huesos largos y un acetábulo pélvico cuyas morfologías no permiten distinguir su pertenencia a lacértidos o a micromamíferos (figura 23-C).

3.5.2.4. Ovicápridos

El estudio de las muestras arroja la presencia de restos de ovicáprido pertenecientes al menos a dos individuos de diferente edad, en un caso un feto/neonato y en el otro un adulto, muy probablemente perteneciente al género *Ovis* (Boessneck, 1980; Davis, 1982; Meco, 1992; Zeder y Lapham, 2010). Los restos del feto/neonato están representados por un fragmento



Figura 24. Buenavista. A. Fragmento de cráneo fetal/neonatal de ovicáprido: a) vista interna, b) vista externa, c) vista superior y d) vista inferior. B. De a) a d) distintas vistas de un fragmento de metatarsiano o carpiano de ovicáprido fetal/neonatal (x1,6). Fragmento de falange primaria de ovicáprido fetal/neonatal: e) cara externa, f) cara interna. Carpo de ovicáprido fetal/neonatal: g) sin magnificar y h) a $\times 1,6$ aumentos C. Sesamoide de la extremidad de un ovicáprido ($\times 2$). (Foto: A.J. Martín)

Figure 24. Buenavista. A. Fetal/neonatal ovicaprid skull fragment: a) internal view, b) external view, c) top view and d) bottom view. B. From a) to d) different views of a metatarsal or carpal fragment of fetal/neonatal ovicaprid (x1.6). Fragment of primary phalanx of fetal/neonatal ovicaprid: e) external face, f) internal face. Fetal/neonatal ovicaprid carpus: g) unmagnified and h) at $\times 1,6$ magnification C. Sesamoid of the limb of an ovicaprid ($\times 2$). (Photo: A.J. Martín)

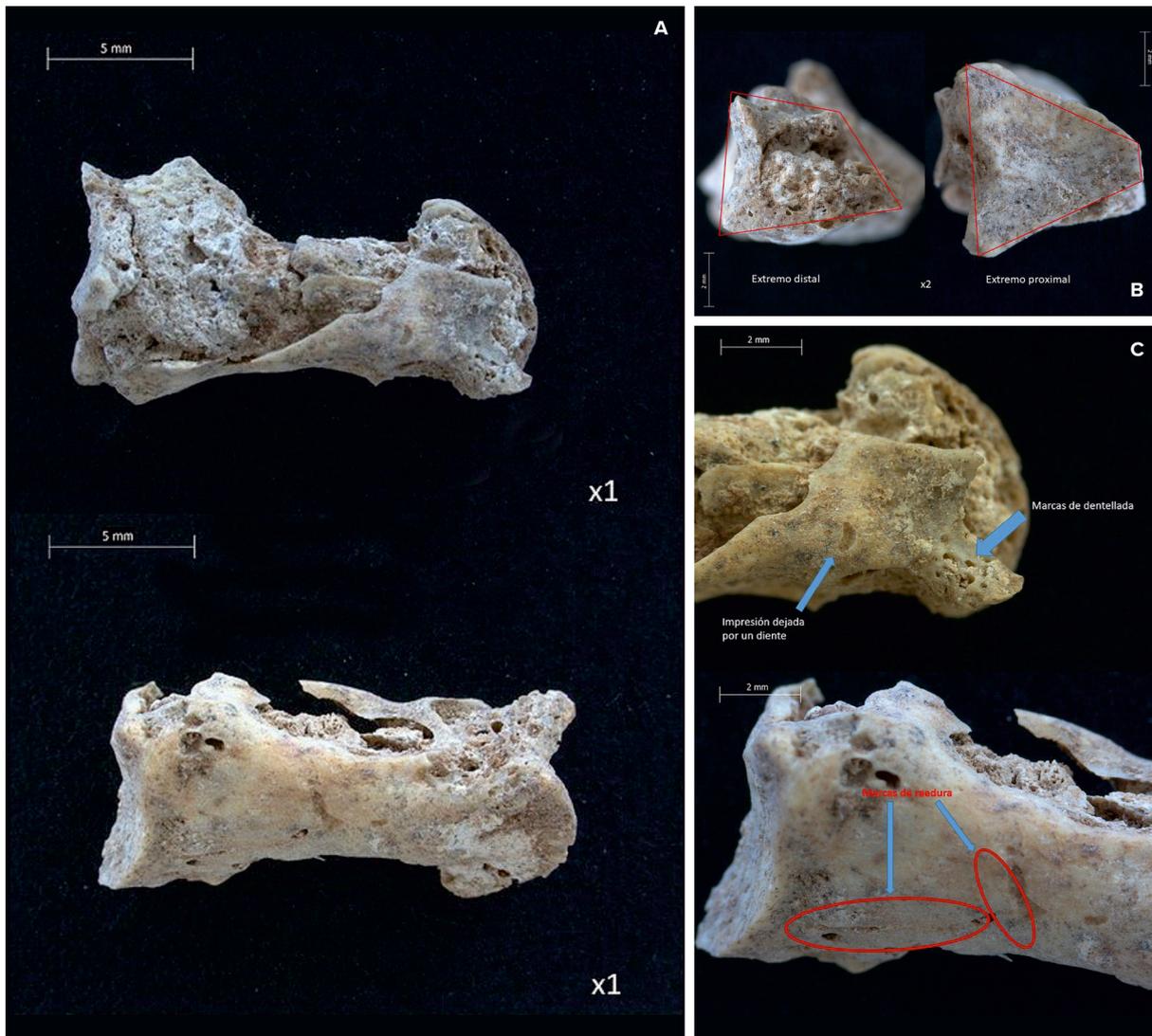


Figura 25. Buenavista. A. Vistas laterales de la falange inserta en el coprolito ($\times 1$). B. Extremos distal y proximal de la falange secundaria encontrada en el coprolito ($\times 2$). C. Impresión de un diente y marcas de dentellada en el extremo distal y marcas de raeduras en el extremo proximal de la falange ($\times 2$). (Foto: A.J. Martín)

Figure 25. Buenavista. A. Lateral views of the phalanx inserted in the coprolite ($\times 1$). B. Distal and proximal ends of the phalanx secondary found in the coprolite ($\times 2$). C. Impression of a tooth and dent marks on the distal end and marks of scratches on the proximal end of the phalanx ($\times 2$). (Photo: A.J. Martín)

de cráneo (figura 24-A), un fragmento de metatarsiano o carpiano²⁷, un fragmento de falange primaria y un carpo (figura 24-B).

Los restos pertenecientes a ovicáprido adulto están representados claramente por dos huesos de las extremidades: un sesamoide (figura 24-C) y una falange secundaria (figura 25). Especialmente controvertida es la presencia de esta falange secundaria, ya

que por su tamaño y morfología pudiera confundirse con una falange humana. Sin embargo, el análisis detallado de los extremos distal y proximal de la misma (figura 25-B) permite asegurar su pertenencia a un ejemplar de ovicáprido. En efecto, si se observa con atención el extremo proximal se distingue que posee una forma cuasi triangular, muy alejada de la forma oblonga que presentan las falanges humanas (Sakaue, 2009). Un resultado similar arroja el extremo distal, donde uno de los cóndilos presenta un tamaño mucho mayor que el otro, aspecto que es típico en ovicápridos y que no está presente en

²⁷ Mercedes Martín Oval (Conservadora de Bioantropología. OAMC), comunicación personal.

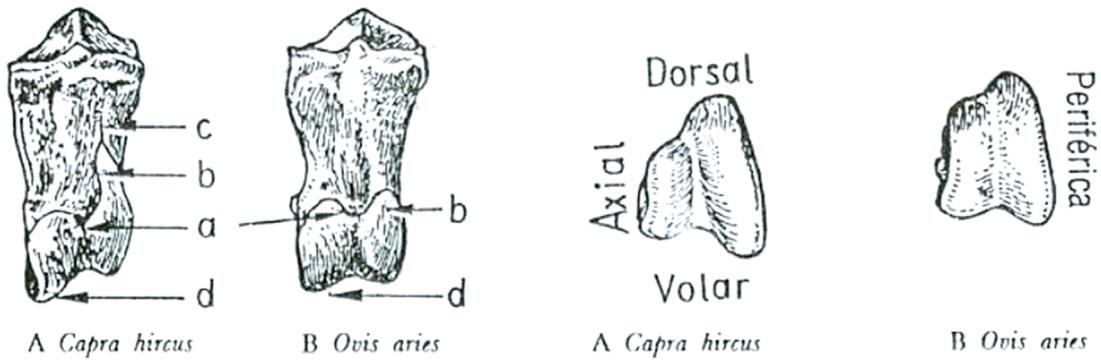


Figura 26. Comparación entre la morfología de la falange obtenida en el coprolito (vista dorsal $\times 1,25$ y vista distal $\times 1$) con la morfología descrita por Boessneck (1980). Se aprecia la similitud de la morfología de la falange con las correspondientes a *Ovis aries*. (Foto: A.J. Martín)

Figure 26. Comparison between the morphology of the phalanx obtained in the coprolite (dorsal view $\times 1.25$ and distal view $\times 1$) with the morphology described by Boessneck (1980). The similarity of the morphology of the phalanx with the corresponding to *Ovis aries* (Photo: A.J. Martín)

falanges humanas, donde ambos cóndilos poseen un tamaño similar. Atendiendo a la morfología de ambos extremos (Boessneck, 1980) se infiere también que, con toda probabilidad, esta falange debió pertenecer a una oveja (*Ovis aries*) (figura 26); en ella se hallan presentes, como corresponde a un hueso que se recuperó inserto en un coprolito, marcas de dentelladas y de raeduras efectuadas por el cánido que ingirió la falange (figura 25-C).

3.5.3. Síntesis de la información proporcionada por los análisis de restos óseos integrados en los coprolitos

Aunque la hipótesis de partida planteaba la posibilidad de que la falange hallada en el coprolito pudiera tener un origen humano, el análisis detallado de los extremos distal y proximal de la pieza

ósea reveló que se trataba de una falange secundaria de oveja (*Ovis aries*) (Boessneck, 1980), a la que le acompañaba un sesamoide asimismo de ovicáprido (Meco, 1992). Además de estos huesos, también se identificaron restos de un feto o neonato de ovicáprido²⁸, así como algunos restos de micromamíferos, lacértidos (Barahona, 1998) y dos fragmentos de caparazón de lapa (*Patella sp.*). En todos los casos los elementos se encuentran muy deteriorados debido a su paso por el tubo digestivo, a pesar de lo cual resultan evidentes las improntas dejadas por la dentición del perro en los huesos de mayor tamaño, especialmente en la falange.

²⁸ Mercedes Martín Oval (Conservadora de Bioantropología. OAMC), comunicación personal.

4. Síntesis, discusión y conclusiones finales

Los nuevos datos que se aportan a la discusión acerca de la validez del uso del radiocarbono como procedimiento de datación en Canarias proceden de una serie de analíticas efectuadas a cuatro tipos distintos de muestras obtenidas en excavaciones sistemáticas en el yacimiento de Buenavista (Lanzarote), las cuales fechan un nivel de ocupación en el interior de una estructura que corresponde a la base del relleno estratigráfico, que en relación con la secuencia estratigráfica general constituye la base del estrato II, con un depósito arqueológico asociado a la ocupación de la Est. 2, definida culturalmente por la presencia de contextos materiales indígenas y artefactos romanos importados. A las muestras se les aplicó un escrupuloso protocolo de selección, recogida y correlación con el hecho arqueológico que se pretendía datar, como paso previo a la realización de las distintas analíticas que se programaron.

El análisis ^{14}C de muestras estratigráficamente coetáneas pero correspondientes tanto a ciclos de vida corta como larga permite acometer una valoración comparada de los resultados cronométricos que proporcionan y detectar la posible presencia de discordancias en estos y en qué grado y sentido se exteriorizan (Atoche y Del-Arco 2023: 4-6). En esa línea, los resultados cronométricos obtenidos de las cuatro muestras de Buenavista revelan que las edades radiocarbónicas que proporcionan son muy homogéneas entre sí y se encuentran correctamente ubicadas en el marco cronológico que se le adjudica al contexto arqueológico del que proceden, en particular con respecto a la cronología que se asocia a los tipos anfóricos de procedencia cultural romana identificados en Buenavista y El Bebedero, asentamiento este último donde se registraron en 1985 los primeros elementos de importación romanos presentes en un yacimiento terrestre en Canarias (Atoche *et alii*, 1995), identificándose, además de objetos metálicos y vítreos, varios tipos de ánforas que proporcionan referentes cronológicos ajustados, al corresponder a modelos elaborados en la Campania entre los siglos I a. C. y I d. C., en la Bética entre los siglos I y V d. C., y en Túnez entre los siglos II

y V d. C. Esos hallazgos evidenciaron por primera vez que, entre los siglos I a. C. y IV d. C., gentes culturalmente romanas se relacionaron con la comunidad indígena de Lanzarote, paralelamente al desarrollo de un fenómeno de intensificación de la economía insular centrado en el aprovechamiento y transformación de recursos de origen ganadero (cecinas, cueros curtidos...), con probable destino extrainsular (Atoche, 2003). Esta nueva situación supuso un cambio de paradigma en el estudio del poblamiento antiguo de las islas, al abrir un amplio abanico de nuevas posibilidades, hasta entonces no planteadas ni documentadas arqueológicamente, en el análisis de los procesos de contacto y difusión cultural en la periferia de las grandes culturas mediterráneas de la Antigüedad tardía (Atoche, 2002; González y Arco, 2007; Mederos y Escribano, 2021). Contemporáneo en parte al proceso detectado en Lanzarote tuvo lugar la implantación del taller de púrpura de Lobos I (Islote de Lobos, Fuerteventura), instalación romana que se mantuvo activa desde época tardo-republicana hasta Tiberio (Arco *et alii*, 2016), orientada a la explotación de recursos halieúticos propios de una empresa económica originada probablemente en Gades.

Como complemento a la constatación de las efectivas relaciones cronológicas y culturales existentes entre los resultados radiométricos proporcionados por las muestras y su contexto arqueológico, hemos recurrido a un segundo nivel de contrastación sustentado en otros tipos de análisis (fitolitos/oxalatos de calcio, paleopólenes y osteológicos) que pudieran proporcionar un conocimiento más profundo sobre la naturaleza de las muestras seleccionadas y su contexto medioambiental, prestando una especial atención a los taxones vegetales utilizados como combustible en las estructuras de combustión muestreadas y la vegetación potencial del entorno del yacimiento. También analizamos algunos aspectos relacionados con las especies animales domésticas de las que procedían las muestras, tales como su dieta y, en general, cualquier otro indicio que nos mostrara la existencia de discordancias en los resultados cronométricos, como el efecto de la madera antigua, imputables a la naturaleza de la materia analizada. Como resultado, las muestras óseas de ovicáprido M3 y M4 pueden

considerarse de vida de ciclo corto, por tanto fiables al no hallarse afectadas por factores que relativicen la validez de los resultados, como el tipo de dieta (Honch *et alii*, 2012), que podría poner en marcha el efecto reservorio (Alejandre, 2018: 137) y hacer necesario recurrir al análisis de isótopos estables para definir el tipo de alimentación (Balasse *et alii*, 2019). Una vez determinada la dieta de tipo terrestre de los ovicápridos de Buenavista (Cuello, 2018), los resultados cronométricos proporcionados por las muestras M3 y M4 constituyen un buen referente de contraste para las otras dos muestras (M1 y M2) que, por su consideración de vida de ciclo largo, aparentemente habrían de aportar resultados menos ajustados y no tan uniformes como los ofrecidos por las dos anteriores. Precisamente, en esas muestras de sedimento orgánico/cenizas se constató la presencia de tejidos vegetales leñosos, los cuales habrían sido utilizados como combustible en las dos estructuras de combustión de las que proceden. En ambas se quemó una similar y restringida selección de plantas a una temperatura de entre 500 y 700 °C, aspectos que reflejan una pauta conductual análoga en ambos hogares a la hora de seleccionar el combustible, indicativo de su probable contemporaneidad y de la existencia de limitados y muy concretos recursos vegetales en el área de captación del yacimiento. Esa probable simultaneidad en el uso de las dos estructuras de combustión constituye un elemento más que contribuye a fortalecer la fiabilidad que reflejan los idénticos resultados cronométricos proporcionados por las cuatro muestras.

Con respecto a los materiales vegetales utilizados como combustible, en la actualidad se desconocen en su totalidad los taxones que integraban el paleopaisaje vegetal que acompañó a Buenavista a lo largo de las diferentes etapas durante las que el yacimiento se mantuvo en uso (Atoche y Ramírez, 2021), una circunstancia que deja abiertas las posibilidades explicativas en relación con las especies vegetales identificadas en las muestras analizadas. En ese sentido, a pesar de que uno de los taxones vegetales identificados parece mostrar una mayor concordancia con los tejidos leñosos de una gimnosperma, en concreto con los tallos de una conífera como el pino canario (*Pinus canariensis*), la morfología que presenta también es

común a otras plantas con bajo contenido en sílice, por lo que esa caracterización apriorística constituye una hipótesis que deberemos falsar en próximos trabajos. Por otro lado, aunque la escasez de fitolitos de diagnóstico descartaría el uso de tejidos vegetales con un alto contenido en sílice, habituales en el contexto biogeográfico de las islas Canarias, como las gramíneas (Poaceae), ciperáceas (Cyperaceae), palmeras o palmas (Arecaceae), además de un gran número de compuestas (Asteraceae) y algunas especies del género *Echium* (Boraginaceae), la analítica no desecha totalmente la probable utilización de plantas comunes a la flora actual de Lanzarote (Poaceae, Arecaceae, Asteraceae o Rubiaceae...), aunque su presencia sea reducida entre los tejidos identificados en las muestras. Es por esta razón que se han determinado como potenciales elementos combustibles una mezcla de taxones vegetales constituidos por Lamiáceas (herbáceas y tejidos secos usados para producir calor continuado y de cierta intensidad), palmera canaria (*Phoenix canariensis*), gramíneas y plantas cultivadas (cereales de la tribu Triticeae). Junto a los anteriores, también de manera muy aislada, hay fragmentos de microalgas crisofitas y espículas de esponjas, estas indicativas de encharcamientos someros en el contexto del que proceden las muestras. Además, la fracción insoluble al ácido mostró numerosos granos de piroxenos y microcarbones procedentes de vegetales leñosos, indicativos de temperaturas continuas con la suficiente intensidad como para propiciar la calcinación de la materia combustible, generar cenizas blancas y, en menor medida, la carbonización de los tejidos vegetales, proceso vinculado a temperaturas más bajas y constantes. También es posible que se hayan utilizado heces de fauna herbívora, al hallarse en las muestras esferulitas pertenecientes probablemente a ovicápridos.

El hipotético empleo como combustible de tejidos vegetales procedentes de coníferas es una posibilidad poco factible si se considera la histórica escasez en Lanzarote de taxones vegetales arbóreos capaces de producir madera de cierta calidad (Arco y Rodríguez, 2018), por lo que tradicionalmente la madera dura ha constituido un recurso escaso que debió ser muy apreciado en la etapa protohistórica por la comunidad insular. De confirmarse en el

futuro tal hipótesis habría que considerar que las coníferas debieron formar parte en el pasado de la flora de Lanzarote, de las que la comunidad protohistórica seleccionaría para combustible las partes del árbol menos importantes, como las ramas o los tallos secos, reservando los troncos y ramas gruesas para otros usos en los que fuera necesario contar con maderas duras. Esto último, desde la perspectiva cronológica, plantearía que en el caso de haberse utilizado coníferas como combustible en las estructuras de combustión muestreadas en Buenavista, los resultados cronométricos que se han obtenido serían susceptibles de estar proporcionando una edad aparente afectada por el efecto de la madera antigua. Sin embargo, la realidad mostrada por los resultados aportados por los cuatro análisis radiométricos efectuados y el contexto material y cultural al que se asocian, niegan la posibilidad de tal efecto, lo que sería indicativo de que no se trata de coníferas o, de serlo, los tejidos leñosos quemados procederían de partes jóvenes del árbol no afectadas por el indicado efecto. Desafortunadamente esta incógnita no se ha podido resolver mediante el análisis de los coprolitos, ante la imposibilidad de localizar paleopólenes que nos permitieran un mayor acercamiento a la reconstrucción del paisaje vegetal existente en Lanzarote en el primer tercio del I milenio d. C. y constatar si en la vegetación potencial de la isla se hallaban las coníferas. No obstante, en estudios preliminares basados en columnas polínicas muestreadas en los yacimientos de El Bebedero, la Caldereta de Tinache y Femés se han detectado paleopólenes correspondientes a taxones arbóreos y arbustivos (Atoche, 2009), lo que sería indicativo de la probable presencia de zonas arboladas en Lanzarote, una cuestión en la que esperamos profundizar en futuros estudios paleosedimentológicos.

En definitiva, la homogeneidad de los resultados cronométricos obtenidos, sin que se detecte ningún tipo de diferencia en las dataciones determinada por la distinta naturaleza de las muestras, permite atestiguar la fiabilidad del uso del procedimiento de datación ^{14}C que venimos realizando en Lanzarote. Las cuatro nuevas dataciones proporcionan fechas que se sitúan dentro del rango cronológico esperado y confirman nuestras apreciaciones iniciales de que la

estructura Est. 2 estuvo en uso en fechas más recientes que las estructuras Est. 1 y Est. 3, hipótesis basada inicialmente en las transformaciones tipológicas y técnicas detectadas en los conjuntos materiales indígenas recuperados en Buenavista y en las manufacturas cerámicas de importación que se les asocian, confirmándose el excelente valor diagnóstico de estas últimas y la validez de la serie de doce referencias cronológicas disponibles previamente a este trabajo (Atoche y Ramírez, 2017b), entre las cuales la nº 4, obtenida en el extremo sureste de la Est. 1, es análoga a las proporcionadas por la serie M1 a M4 en la Est. 2, además de que su carácter de vida de ciclo corto, al proceder de una muestra ósea de ovicáprido, permite validar la antigüedad que revelan las restantes dataciones obtenidas de muestras de sedimento/cenizas procedentes de los substratos subyacentes de la Est. 1 (véase figura 16, columna izquierda). En conjunto, las dieciséis dataciones de Buenavista señalan dos tendencias estadísticas significativas, la más antigua anterior al cambio de Era, ocupando la segunda mitad del I milenio a. C., y la más reciente situada en la primera mitad del I milenio d. C., fijando unos límites temporales para la ocupación del yacimiento de unos 1500 años, sin que en ese lapso temporal se observen distorsiones o saltos cronológicos ostensibles en las dataciones obtenidas de un mismo estrato o nivel de ocupación, de manera que las referencias asociadas a substratos superiores proporcionan dataciones más modernas que aquellas otras que lo están a substratos inferiores, revelando la totalidad de las referencias cronométricas disponibles una notable regularidad diacrónica, con independencia del tipo de muestra del que procedan.

En conclusión, contrastar la fiabilidad del método de datación ^{14}C requiere cumplir una serie de requisitos, que se inician con la correcta selección y recogida de las muestras que se pretenden analizar, continúan con su adecuado análisis en laboratorio y finalizan con la ineludible evaluación de los resultados cronométricos en su contexto histórico, y su contrastación acudiendo a secuencias estratigráficas controladas que dispongan de series cronológicas calibradas procedentes de muestras de distinta naturaleza, que incorporen además registros materiales convenientemente referenciados. Siguiendo este protocolo, la datación

radiocarbónica debería contribuir de manera efectiva a situar en el tiempo los procesos culturales que se sucedieron en las islas Canarias durante la etapa protohistórica, tal y como se está demostrando en los yacimientos que estudiamos en Lanzarote.

Agradecimientos

Este trabajo se inscribe dentro de los estudios que estamos realizando en el marco del proyecto GOB-ESP2021-02 «Canarias en la Protohistoria: un modelo de colonización humana en islas oceánicas», financiado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias. IP: Pablo Atoche Peña. Se ha dispuesto del apoyo económico del Ayuntamiento de Teguiise, a través de un convenio con la Fundación Canaria Universitaria.

Bibliografía

- Afonso, J.A. (2014): *Aplicación del análisis de fitolitos y otros microfósiles al estudio de yacimientos, materiales arqueológicos y edáficos de las islas Canarias. Los ejemplos de Las Cañadas del Teide (Tenerife), La Cerera (Arucas, Gran Canaria) y otras zonas de interés experimental*. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna.
- Afonso, J.A. (2016): *Aproximación al estudio de fitolitos, almidones y otros referentes microscópicos en plantas y materiales arqueológicos de las islas Canarias*. Bubok Publishing, Madrid
- Alberto, V., Moreno, M., Alamón, M., Vega, R., Mendoza, F., Suárez, I. y Cabrera, R. (2022): “Sobre el tiempo de los majos. Nuevas fechas para el conocimiento del poblamiento aborigen de Lanzarote”. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 68: 068-001.
- Alejandre, F.J. (2018): “Consideraciones sobre la datación de morteros de cal mediante C14”. *Investigación/Revista ph*, 93: 122-140.
- Arco, M.^aC. del (2021): “De nuevo sobre el descubrimiento y colonización antiguos de Canarias. Reflexiones sobre aspectos teóricos y datos empíricos”. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 67: 067-006: 1-27.
- Arco M.^aC. del, Arco, M.^aM. del, Atiénzar, E., Atoche, P., Martín, M., Rodríguez, C. y Rosario, M.^aC. (1997): “Dataciones absolutas en la Prehistoria de Tenerife”. En A. Millares, P. Atoche y M. Lobo (coords.): *Homenaje a Celso Martín de Guzmán (1946-1994)*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria/Ayuntamiento de Gáldar/Dirección General de Patrimonio Histórico. Madrid: 65-77.
- Arco, M.^aC. del, Arco, M.^aM. del, Benito, C. y Rosario, M.^aC. (eds.) (2016): *Un taller romano de púrpura en los límites de la Eúcumene. Lobos 1 (Fuerateventura, islas Canarias). Primeros resultados*. Museo Arqueológico de Tenerife, OAMC, Cabildo de Tenerife.
- Arco, M.J. del (1989): “El origen de la flora canaria”. *Quercus*, 41: 14-21.
- Arco, M.J. del y Rodríguez, O. (2018): *Vegetation of the Canary Islands*. En M.J.A. Werger (ed.): *Plant and Vegetation*, 16. Utrecht.
- Arco, M.J. del, Wildpret, W., Pérez, P.L., Rodríguez, O., Acebes, J.R., García, A., Martín, V.E., Reyes, J.A., Salas, M., Díaz, M.A., Bermejo, J.A., González, R., Cabrera, M.V. y García, S. (2006): *Mapa de Vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN.
- Atoche, P. (1992): “Análisis morfométrico y funcional de los recipientes cerámicos de los primitivos habitantes de Lanzarote”. *Investigaciones Arqueológicas*, 3: 39-81.
- Atoche, P. (1993): “El poblamiento prehistórico de Lanzarote. Aproximación a un modelo insular de ocupación del territorio”. *Tabona*, VIII (t. I): 77-92.
- Atoche, P. (1996): “Aproximación al estado actual del patrimonio arqueológico de Lanzarote: la Carta Arqueológica”. *Tabona*, IX: 9-44.
- Atoche, P. (2002): “La colonización del archipiélago canario: ¿Un proceso mediterráneo?”. En W.H. Waldren y J.A. Ensenyat (eds.): *World Islands in Prehistory. International Insular Investigations*. V Deià International Conference of Prehistory. BAR International Series, 1095. Oxford: 337-354.
- Atoche, P. (2003): “Fenómenos de intensificación económica y degradación medioambiental en la Protohistoria canaria”. *Zephyrus*, LV: 183-206.

- Atoche, P. (2009): “Estratigrafías, cronologías absolutas y periodización cultural de la Protohistoria de Lanzarote”. *Zephyrus*, LXIII: 105-134.
- Atoche, P. (2015): “Phönizier und protohistorische Kulturen auf den Kanaren”. En A-M. Wittke (Hrsg.): *Frühgeschichte der Mittelmeerkulturen. Historisch-archäologisches Handbuch. Der Neue Pauly. Supplemente Band 10: 822-828. 2. Regionen des Mittelmeerraums/ 2.8.12. Verlag J.B. Metzler. Stuttgart. Weimar.*
- Atoche, P. (2018): “Phoenicians and protohistoric cultures on the Canary Islands”. En John N. Dillon (ed.): *The Early Mediterranean World, 1200-600 BC. Brill’s New Pauly Supplements II (Vol. 9).*
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2008): “Manifestaciones de la religiosidad mediterránea en la Protohistoria canaria (circa s. X a.n.e. al s. XV d.n.e.)”. *Gerión*, 26, n° 1: 183-202.
- Atoche, P., Ramírez, M.^aA., Rodríguez, C., Rodríguez, M.^aD. y Pérez, S. (2008): “De antropología, ritos y creencias en la Protohistoria de Lanzarote (islas Canarias)”. En P. Atoche, C. Rodríguez y M.^aA. Ramírez (eds.): *Mummies and Science. World Mummies Research. Proceedings of the VI World Congress on Mummy Studies: 165-180.*
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2011): “El archipiélago canario en el horizonte fenicio-púnico y romano del *Círculo del Estrecho* (circa siglo X a.n.e. al siglo IV d.n.e.)”. En J.C. Domínguez (ed.): *Gadir y el Círculo del Estrecho revisados. Propuestas de la arqueología desde un enfoque social. Monografías de Historia y Arte. Universidad de Cádiz. Cádiz: 229-256.*
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2015): “Manifestaciones rupestres protohistóricas de la isla de Lanzarote en un contexto doméstico: el sitio de Buenavista (Tegüise)”. *ARPI. Arqueología y Prehistoria del Interior peninsular*. 01-2015, 03: 320-333. <<http://www.arqueologiaprehistorica.es/revistas/arp%2003-24.pdf>>.
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2017a): “Gentes del ámbito cultural romano en la Protohistoria de Canarias”. En G. Santana y L.M. Pino (eds.): *Homenaje a Marcos Martínez*. Madrid: Ediciones Clásicas: 131-140.
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2017b): “C14 referencias and cultural sequence in the Proto-history of Lanzarote (Canary Island)”. En J.A. Barceló, I. Bogdanovic y B. Morell (Eds.), *IberCrono. Cronometrías para la Historia de la Península Ibérica. CEUR-WS, Vol-2024* (urn:nbn:-de:0074-2024-4): 272-285. <<http://ceur-ws.org/Vol-2024/>>.
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2019): “El yacimiento de Buenavista, un asentamiento fenicio-púnico en Lanzarote (islas Canarias) (circa 960-360 a.n.e.)”. *Actes du VII^{ème} Congrès International des Études Phéniciennes et Puniques* (Hammamet, 2009), vol. I. Institut National du Patrimoine (Tunis): 365-380.
- Atoche, P. y Ramírez, M.^aA. (2021): “As ilhas como laboratórios de observação da mudança cultural e da transformação do meio natural: a colonização humana de Lanzarote (Ilhas Canárias)”. En S. Serpa y S. de Luxán (coords.): *Povoamento, Tabaco, Açúcar e Arte na História das Ilhas do Atlântico Médio*. CHAM Açores. Macaronesia. Dinámicas Históricas, Sociales y Económicas, Vol. 1: 7-52.
- Atoche, P. y Del Arco, M.^a del C. (2021): “Las islas Canarias en el contexto del Mediterráneo antiguo”. *Abantos. Homenaje a Paloma Cabrera Bonet*. Ministerio de Cultura y Deporte. Secretaría General Técnica. Madrid: 39-49.
- Atoche, P. y Del-Arco, M.^a del C. (2023): “Carbono 14 y colonización protohistórica de las islas Canarias: la importancia del contexto arqueológico en la interpretación histórica”. *Anuario de Estudios Atlánticos*, n° 69: 069-002: 1-34. <<https://doi.org/10.36980/10804/aea>>.
- Atoche, P., Rodríguez, M.^aD. y Ramírez, M.^aA. (1989): *El yacimiento arqueológico de “El Bebedero” (Tegüise, Lanzarote). Resultados de la primera campaña de excavaciones*. Universidad de La Laguna. Ayuntamiento de Tegüise. Madrid.
- Atoche, P., Ramírez, M.^aA. y Rodríguez-Martín, C. (2021): “The demographic enigma of the prehispanic populations of Lanzarote and Fuerteventura”. *Canarias Arqueológica*, 22: 301-313. <<http://doi.org/10.31939/canarq/2021.22.25>>.

- Atoche, P., Paz, J.A., Ramírez, M^a.A. y Ortiz, M^a.E. (1995): *Evidencias arqueológicas del mundo romano en Lanzarote (islas Canarias)*. Col. Rubicón, 3. Cabildo Insular de Lanzarote. Arrecife.
- Balasse, M., Tresset, A., Obein, G., Fiorillo, D. y Gandois, H. (2019): "Seaweed-eating sheep and the adaptation of husbandry in Neolithic Orkney: new insights from Skara Brae". *Antiquity*, 93: 919-932.
- Barahona F., López L.F. y Mateo, J.A. (1998): "Estudio anatómico del esqueleto en el género *Gallotia* (Squamata: Lacertidae)". *Revista Española de Herpetología*, 12: 69-89.
- Bárcena, M.A. (1994): *Diatomeas del Cuaternario Superior del Océano Antártico (sector atlántico): Aportaciones a la reconstrucción paleoceanográfica*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Bárcena, M.A. y Flores, J.A. (1990): "Ensayo de una técnica para la preparación y cuantificación de diatomeas fósiles". En J. Civis y J.A. Flores (eds.): *Actas de las IV Jornadas de Paleontología*. Universidad de Salamanca.
- Boessneck, J. (1980): "Diferencias osteológicas entre la oveja (*Ovis aries* Linné) y cabra (*Capra hircus* Linné)". En D. Brothwell y E. Higg (eds.): *Ciencia en Arqueología*. FCE. México.
- Bontier, P. y Le Verrier, J. (1980): *Le Canarien*. Introducción y notas de A. Coiranescu. Aula de Cultura de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- Bouchet, F., Gidon, N., Dittmar, K., Harter, S., Ferreira, L.F., Miranda Chaves, S., Reinhard, K.J. y Araujo, A. (2003): "Parasite remains in archaeological sites". *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98 (suppl. I): 47-52.
- Brooks, J. y Shaw, G. (1968): "Chemical structure of the exine of pollen walls and a new function for carotenoids in nature". *Nature*, 219.5153: 532-533.
- Brooks, J. y Shaw, G. (1971): "Recent developments in the chemistry, biochemistry, geochemistry and post-tetrad ontogeny of sporopollenins derived from pollen and spore exines". *Pollen*: 99-114.
- Bryant, V.M. y Holloway, R.G. (1983): "The Role of Palynology in Archaeology". *Advances in Archaeological Method and Theory*, 6: 191-224.
- Bryant, V.M. y Hall, S.A. (1993): "Archaeological Palynology in the United States: A Critique". *American Antiquity*, 58 (2): 277-286.
- Bryant, V.M. y Dean, G.W. (2006): "Archaeological coprolite science: The legacy of Eric O. Callen (1912-1970)". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237 (1), 51-66. <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.032>>.
- Bryant, V., Jones, J.G. y Carlson, D.L. (1994): "Pollen preservation in alkaline soils of the American Southwest". En A. Traverse (ed.): *Sedimentation of organic particles*. Cambridge University Press. Cambridge: 47-58.
- Callen, E.O. y Cameron, T.W.M. (1960): "A prehistoric diet revealed in coprolites". *New Scientist*, vol. 8, n^o 190: 35-40.
- Camacho, M., Araújo, A., Morrow, J., Buikstra, J. y Reinhard, K. (2018): "Recovering parasites from mummies and coprolites: an epidemiological approach". *Parasites & Vectors*, 11 (1), 248. <<https://doi.org/10.1186/s13071-018-2729-4>>.
- Campbell, D.R. y Halama, K.J. (1993): "Resource and pollen limitations to lifetime seed production in a natural plant population". *Ecology*, 74 (4): 1043-1051.
- Canti, M.G. (2003): "Aspects of the chemical and microscopic characteristics of plants ashes found in archaeological soils". *Catena*, 54: 339-361.
- Canti, M.G. y Brochier, J.E. (2017): "Plant Ash". En C. Nicosia y G. Stoops (eds.): *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Jhon Wiley and Sons Ltd. Published.
- Cuello, P. (2018): "Análisis preliminar de los isótopos estables del estroncio (87SR/86SR) biodisponibles en la isla de Lanzarote: Propuesta para la creación de una base de datos de referencia para su aplicación en la arqueología canaria". *Anuario de Estudios Atlánticos*, 65: 065-031: 1-17.
- Chame, M., (2003): "Terrestrial mamad feces: a morphometric summary and description". *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98 (suppl. I): 95-102.
- China, E.A. (coord.) (2010): *Estudio del potencial forrajero de especies autóctonas de la Reserva de Biosfera de Lanzarote*. Fundación Biodiversidad. Cabildo de Lanzarote. Universidad de La Laguna.
- Davis S., Goring-Morris N. y Gopher A. (1982): "Sheep bones from the Negev Epipalaeolithic". *Paleorient*, 8.1: 87-93. <<https://doi.org/10.3406/paleo.1982.4313>>.

- De Miranda, S.A. y Reinhard, K.J. (2006): "Critical analysis of coprolite evidence of medicinal plant use, Piauí, Brazil". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237.1: 110-118. <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.031>>.
- Dean, G.W. (2006): The science of coprolite analysis: The view from Hinds cave. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237.1: 67-79. <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.029>>.
- Dimbleby, G.W. (1957): "Pollen analysis of terrestrial soils". *New Phytologist*, 56.1: 12-28.
- Duhoux, E. (1982): "Mechanism of exine rupture in hydrated taxoid type of pollen". *Grana*, 21.1: 1-7.
- Elsik, W.C. (1966): "Biologic degradation of fossil pollen grains and spores". *Micropaleontology*, 12.4: 515-518.
- Erdtman, G. (1960): "The acetolysis method—a revised description". *Sven Bot Tidskr*, 54: 516-564.
- Fábregas, R. (1992): "¿Tercera revolución del radiocarbono? Una perspectiva arqueológica del C-14". *Boletín del Seminario de Estudios de Arte e Historia*, LVIII: 9-24.
- Franceschi, V.R. y Horner, H.T. (1980): "Calcium oxalate crystals in plants". *The Botanical Review*, 46 (4): 361-427.
- Gabarayeva, N.I. y Grigorjeva, V.V. (2003): "Comparative Study of the Pollen Wall Development *Illicium floridanum* (Illiciaceae) and *Schisandra chinensis* (Schisandraceae)". *TAIWANLA-TAIPEI*, 48.3: 147-167.
- Glas, G. (1976): *Descripción de las islas Canarias 1764. Fontes Rerum Canariarum*, XX. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna.
- Goldstein, S. (1960): "Degradation of pollen by phycocmycetes". *Ecology*, 41.3: 543-545.
- González, R. y Arco, M.^aC. del (2007): *Los enamorados de la Osa Menor. Navegación y pesca en la Protohistoria de Canarias*. Museo Arqueológico de Tenerife, OAMC, Cabildo de Tenerife.
- González Prats, A. (2008): "Avance de los análisis de caracterización de las cerámicas de La Fonteta". *Cuadernos de Arqueología Mediterránea*, vol. 18: 53-79.
- Havinga, A.J. (1964): "Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores". *Pollen et Spores*, 4: 621-635.
- Havinga, A.J. (1984): "A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types". *Pollen et Spores*, 26.3-4: 541-557.
- Holloway, R.G. (1981): "Preservation and experimental diagenesis of the pollen exine". Texas A&M University. Libraries.
- Holloway, R.G. (1989): "Experimental mechanical pollen degradation and its application to quaternary age deposits". *The Texas Journal of Science*, 41.2: 131-145.
- Honch, N.V., McCullagh, J.S. y Hedges, R.E. (2012): "Variation of bone collagen amino acid $\delta^{13}\text{C}$ values in archaeological humans and fauna with different dietary regimes: Developing frameworks of dietary discrimination". *American Journal of Physical Anthropology*, 148(4): 495-511.
- Iler, R.K. (1979): *The chemistry of silica*. Wiley Interscience: 730-801.
- Jacomet, S. (2006): *Identification of cereal remains from archaeological sites*. Archaeobotany Lab. IPAS, Basel University. Basel.
- Jouy Avantin, F., Debenath, A., Moigne, A.M. y Moné, H., (2003): "A standardized method for the description and the study of coprolites". *Journal of Archaeological Science*, 30: 367-372.
- Mederos, A. y Escribano, G. (2017): "Comercio no presencial de oro y escalas en islas de fenicios y cartagineses en la costa atlántica norteafricana". *Rivista di Studi Fenici*, XLIII-2015: 103-144.
- Mederos, A. y Escribano, G. (2021): *Afortunadas y Purpurarias. La expansión del imperio romano hacia el Atlántico norteafricano y las islas Canarias (146 aC-43 dC)*. Ediciones Idea. Santa Cruz de Tenerife/Las Palmas de Gran Canaria.
- Wood, J.R. y Wilmshurst, J.M. (2016): "A protocol for subsampling Late Quaternary coprolites for multi-proxy analysis". *Quaternary Science Reviews*, 138: 1-5. <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.02.018>>.
- Martin, P.S. (1963): *The last 10,000 years: a fossil pollen record of the American Southwest*. University of Arizona Press.
- Meco, J. (1992): *Los ovicaprinos de Villaverde*. Dirección General de Patrimonio Histórico. Col. Estudios Prehispánicos, 2. Gobierno de Canarias.

- Neumann, K., Strömberg, C.A., Ball, T., Albert, R.M., Vrydaghs, L. y Scott Cummings, L. (2019): "International Code for Phytolith Nomenclature". *Annals of Botany*, 124: 189-199.
- Pinilla, A. y Bustillo, M.A., (1997): *Silicofitolitos en secuencias arcillosas con silcretas, Mioceno medio*. Monografías del Centro de Ciencias Medioambientales, Vol. 4. Madrid: 255-265.
- Piperno, D.R. (2006): *Phytoliths. A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists*. AltaMira Press. Rowman & Littlefield. Lanham, New York, Toronto, Oxford.
- Reinhard, K.J. y Clary, K.H. (1986): "Parasite analysis of prehistoric coprolites from Chaco Canyon, New Mexico". *A bioarchaeological approach to human burials from Chaco Canyon, New Mexico*. National Park Service. Santa Fe: 214-222.
- Reinhard, K.J., Bryant, V.M. Jr. y Bryant, V.M. (2008): "Pathoecology and the Future of Coprolite Studies in Bioarchaeology". *Papers in Natural Resources*, 12: 205-224.
- Reinhard, K.J., Johnson, K.L., LeRoy-Toren, S., Wieseman, K., Teixeira-Santos, I. y Vieira, M. (2012): "Understanding the Pathoecological Relationship between Ancient Diet and Modern Diabetes through Coprolite Analysis". *Current Anthropology*, 53.4: 506-512. <<https://doi.org/10.1086/665923>>.
- Reinhard, K.J., Camacho, M., Geyer, B., Hayek, S., Horn, Ch., Otterson, K. y Russ, J. (2019): "Imaging coprolite taphonomy and preservation". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11: 6017-6035. <<https://doi.org/10.1007/s12520-019-00946-w>>.
- Reynolds, P.J. (1988): *Arqueología experimental. Una perspectiva de futur*. Eumo Editorial. Barcelona.
- Renfrew, J.M. (1973): *Paleoethnobotany. The prehistoric food plants of the Near East and Europe*. Methuen. London.
- Rowley, J.R. (1990): "The fundamental structure of the pollen exine". *Morphology, Development and Systematic Relevance of Pollen and Spores*. Springer. Vienna: 13-29.
- Rubinos, A. (2009): "Límites de la geocronología en el estudio de yacimientos de época histórica". *Munibe (Antropología-Arkeología)*, 60: 331-347.
- Sakaue K., (2009): "A New Method for Identification of the Phalanx Bones in Human Hand". *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. D*, 35: 35-51.
- Shillito, L.M., Blong, J.C., Green, E.J. y Asperen, E.N. Van (2019): "The what, how and why of archaeological coprolite analysis". *Earth-Science Reviews*, 207: 103-196.
- Simkiss, K. y Wilburt, K.M., (1989): *Biom mineralization, Cell Biology and Mineral Deposition*. Academic Press Inc. San Diego.
- Tschudy, R.H. y Scott, R.A. (1969). *Aspects of palynology*. Wiley-Interscience.
- Turin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. y Webb, D.A. (eds.) (1964-1980 [2001]). *Flora Europaea*. Royal Botanic Garden. Edinburgh.
- Wallis, T.E. (1968). *Microscopía Analítica*. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Watson J.T. y McClelland, J. (2018). *Distinguishing human from non-human animal bone*. The University of Arizona. Arizona State Museum.
- Weir, G.H. y Bonavia, D. (1985). "Coprolitos y dieta del Prececerámico Tardío de la costa peruana". *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 14-1-2: 85-140.
- Wildpret, W. y Arco, M.J. del (1987). "España Insular: las islas Canarias". *Vegetación de España*. Col. Aula Abierta, 3: 515-544.
- Zeder, M.A. y Lapham, H.A. (2010). "Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in Sheep, *Ovis* and Goats, *Capra*". *Journal of Archeological Science*, 37, 11: 2887-2905.
- Zohary, D. y Hopf, M. (1993): *Domestication of Plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Clarendon Press. Oxford.